589.95
B 97
a

Bütschli, O.:

Weitere Ausführungen über den Bau der Cyanophyceen und Bacterien.

Leipzig. W. Engelmann, 1896

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY
MASS.

MBL/WHOI
0 0301 0021081 1

QR
41
B962

WEITERE AUSFÜHRUNGEN

ÜBER DEN

BAU DER CYANOPHYCEEN UND BACTERIEN

IM ANSCHLUSSE AN MEINE ABHANDLUNG AUS DEM JAHRE 1890

VON

O. BÜTSCHLI
PROFESSOR DER ZOOLOGIE

MIT 2 LICHTDRUCK- UND 3 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN
SOWIE 6 TEXTFIGUREN

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1896.

Alle Rechte vorbehalten.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Einleitung 1

I. Abschnitt. Die **Cyanophyceen** und die **Schwefelbacterien** 4

1. Zusammensetzung des Weichkörpers aus gefärbter Rindenschicht und farblosem Centralkörper 4
2. Membran von Chromatium okenii 12
3. Die gefärbte Rindenschicht 12
4. Der feinere Bau des Centralkörpers 27
5. Einige Bemerkungen über die Schwefeltröpfchen der Schwefelbacterien . 37
6. Bemerkungen über die körnigen Einschlüsse der Cyanophyceen und der Schwefelbacterien 40
7. Ist der Centralkörper der Cyanophyceen und Schwefelbacterien ein Zellkern? 43

II. Abschnitt. Bauverhältnisse der **kleineren** und **einfacheren Bacterien** . 53

Zettnow's bestätigende Erfahrungen 53
Frenzel's bestätigende Erfahrungen 56
Bunge's Angaben 56
Alfr. Fischer's Ansichten und Angriffe 57
Künstler's übereinstimmende Erfahrungen 64
Beobachtungen über Wabenstructur bei Ernst, Babes, Protopopoff und Frenzel 65
Ilkewitsch's Beobachtungen und Anschauungen 66
Schottelius' Angaben 68
Wahrlich's übereinstimmende Befunde 68
J. Pérez und seine Meinung 70
Sjöbring, Trambusti und Galeotti 71
Mitrophanow's Auffassung 71
Nadson's ähnliche Ansichten 74
Wiesner's Archiplasma 75

Litteratur 77

Tafelerklärung 79

39727

Masse besteht, welche nach ihren Eigenschaften nur dem Centralkörper der Cyanophyceen und Schwefelbacterien, also deren Kernbestandtheil verglichen werden konnte. Nur bei wenigen der untersuchten Bacterien war an den Enden noch eine, in geringer Menge vorhandene, schwächer färbbare Masse zu bemerken, welche der Rindenschicht oder dem Plasma der Schwefelbacterien und Cyanophyceen verglichen werden konnte, so dass diese Formen den Uebergang zwischen jenen complicirteren und den einfachsten, die nur oder doch ganz vorwiegend (d. h. abgesehen von Geisseln und Membran) aus Centralkörpermasse bestehen, vermittelten.

Aus diesen Beobachtungsergebnissen musste sich also, insofern sie begründet waren, der zwingende Schluss ergeben, dass die einfacheren Bacterien, der Hauptmasse ihres Körpers nach, aus Kernsubstanz bestünden, das Plasma hingegen höchstens durch Geisseln und Membranen, und nur bei den grösseren Formen (speciell den Schwefelbacterien) durch eine mehr oder weniger entwickelte, jener der Cyanophyceen entsprechende Rindenschicht repräsentirt werde.

Auf die Einzelheiten dieser Auffassung und die namentlich bei den *Cyanophyceen* etwas complicirteren Bauverhältnisse will ich an dieser Stelle nicht näher eingehen, sondern als weiteres Ergebniss meiner Beobachtungen nur noch hervorheben, dass überall, sowohl in der Rindenschicht (oder dem Plasma) wie in dem Centralkörper (oder Kern) ein feiner Wabenbau nachgewiesen wurde, in Uebereinstimmung mit meinen Erfahrungen über die Structuren des Plasmas und der Kerne. — Bei den kleineren und kleinsten Bacterien vereinfacht sich natürlich auch diese Wabenstructur sehr, so dass ihre Körpersubstanz sicherlich nur aus sehr wenigen Waben aufgebaut ist.

Meine hier in wenig Worten recapitulirten Anschauungen über die Bauverhältnisse der beiden, und wie gerade meine Untersuchungen wiederum erwiesen, so nahe verwandten Organismen-Gruppen, erfreuten sich im Laufe der seither verflossenen 5 Jahre mancher Beistimmung, hatten jedoch auch mancherlei Angriffe zu erdulden. Meine Veröffentlichung von 1890 war verhältnissmässig sehr kurz gefasst, da ich, mit anderer Arbeit sehr beschäftigt, zu einer eingehenderen Darstellung, und anhaltenderen Verfolgung des ausgedehnten Gegenstandes keine Zeit fand. Die beigegebene Tafel war die Reproduction einer Wandtafel, die ich zur Erläuterung des Vortrags, der meiner Veröffentlichung zu Grunde lag, angefertigt hatte und war dementsprechend etwas schematisch gehalten. Dieser Umstand sowohl, wie auch die Kürze der Darstellung mögen dazu beigetragen haben, dass das Mitgetheilte auf mancher Seite weniger Vertrauen fand, als es mir zu verdienen schien; wozu sich gesellte, dass ich mit dem Ein-

bruch in dieses Gebiet ein dem Zoologen fremdes Terrain betreten hatte, auf dem ich als Unerfahrener des Credits ermangelte. Immerhin gaben meine Arbeit, so wie die unabhängig und kurz vor ihr erschienene von E. Zacharias (1890), den Anstoss zu wiederholten Untersuchungen der Cyanophyceen und Bacterien; ohne dass sich jedoch behaupten lässt, dass durch diese Arbeiten die Frage in den principiell wichtigen Punkten wesentlich gefördert und geklärt worden sei. Im Gegentheil bin ich sogar der Meinung, dass durch ungeübte und voreilige Beobachter manche Verwirrung gestiftet wurde. Obgleich ich nun in den Jahren, welche seit meiner Veröffentlichung verflossen sind, keine neuen Beobachtungen auf diesem Gebiet angestellt habe, schien es mir doch schon seit längerer Zeit angezeigt, mich von Neuem über die Frage zu äussern und namentlich auch meine Angaben durch Veröffentlichung von *Mikrophotographien* zu belegen, indem die inzwischen erschienenen Publicationen gezeigt hatten, wie wenig Vertrauen meinen früheren Abbildungen entgegengebracht wurde und wie wenig manche Beobachter von dem Geschilderten an den Objecten selbst wahrzunehmen vermochten.

Ich habe daher im Laufe des vergangenen Winters den grössten Theil der 1889/90 angefertigten Präparate von Neuem studirt und kann darüber im Ganzen nur sagen, dass ich, obgleich einzelne Präparate durch die Zeit etwas gelitten hatten, doch alles genau so gefunden habe, wie ich es 1890 schilderte. In neuester Zeit hatte ich endlich durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. med. S. Stockmayer Gelegenheit, einige interessante Oscillarien lebend zu untersuchen, die einige weitere Aufschlüsse gewährten.

In der folgenden Darstellung, die ich möglichst kurz zu fassen suchen werde, gedenke ich hauptsächlich die Zweifel und Angriffe, welche gegen meine Angaben erhoben worden sind, zu betrachten. Das zu Besprechende theile ich in zwei Abschnitte, von denen der erste die *Cyanophyceen* und die sich ihnen so nahe anschliessenden *Schwefelbacterien*, sowie einzelne mit diesen übereinstimmende schwefelfreie Formen, der zweite dagegen die kleineren und einfacheren Bacterien behandeln soll.

I. Die Cyanophyceen und die Schwefelbacterien.

1. Zusammensetzung des Weichkörpers aus gefärbter Rindenschicht und farblosem Centralkörper.

Nichts ist leichter und einfacher, als sich bei zahlreichen lebenden Cyanophyceen (speciell den *Oscillarien*) von der Zusammensetzung des Weichkörpers aus der gefärbten äusseren *Rindenschicht* und dem farblosen *Centralkörper* zu überzeugen. — Ich habe darauf schon 1890 hingewiesen (p. 17); ebenso auch Zacharias (1890 p. 5 und später mehrfach). Diese und frühere ähnliche Erfahrungen bestätigten weiterhin Hieronymus (1892), Zukal (1892), Palla (1893), Nadson (1895) und Stockmayer (1895). Ebenso verdient es hier besonders hervorgehoben zu werden, dass schon auf einigen Abbildungen Winogradsky's (1888, s. dort Taf. III Fig. 2, 14, 16, 17) der Centralkörper lebender kleiner Schwefelbacterien ganz deutlich eingezeichnet ist, ähnlich wie ihn auch schon Cohn (1875, Taf. III Fig. 11) für das schwefelfreie, jedoch analog gebaute Bact. lineola darstellte.

Gegenüber diesen übereinstimmenden Beobachtungen, deren Bestätigung keinerlei Schwierigkeiten bereitet, treten die abweichenden Angaben gewisser Forscher und Kritiker in den Hintergrund. In erster Linie gedenke ich der Untersuchungen Deinega's (1891), der, obgleich es ihm gelang, den Centralkörper gewisser Oscillarien mit Haematoxylin oder Methylgrün zu färben, auf Grund ungenügender Verdauungsversuche an Spyrogyren zu der seltsamen Ansicht gelangte, dass der sog. Centralkörper, wie ihn namentlich Zacharias und ich durch Verdauungsversuche als verschieden von der Rindenschicht erwiesen hatten, der zusammengezogene und geschrumpfte Rest des sog. Chromatophors sei, d. h. des von ihm angenommenen Chromatophors, das als *„ein durchlöchertes Plättchen die innere Oberfläche der Zelle belegen“* soll. — Diese irrthümlichen Angaben hat schon Zacharias (1891) richtig zurückgewiesen und sie erledigen sich, wie gesagt, einfach durch die so mühelos und ohne jede weitere Präparation zu bestätigende Beobachtung der gefärbten Rindenschicht und des farblosen Centralkörpers in lebenden Oscillarien.

Noch etwas hinter der Arbeit Deinega's bleibt die Dissertation von F. A. Marx (1892) zurück, der einmal den Centralkörper *„äusserst selten bemerkte“* und weiterhin trotz verschiedenartiger Präparation und Färbung

nicht im Stande war, ihn zu färben; vielmehr blieb letzterer stets ungefärbt, während das periphere Plasma sich färbte (p. 12 und früher). Auch im Leben gelang es ihm nicht, den Centralkörper mit Methylviolett zu tingiren und ebensowenig ergaben seine Verdauungsversuche entscheidende Resultate. Hierauf lässt sich nun wohl nur sagen, dass diese Angaben allein die Ungeübtheit des Beobachters, nicht jedoch die Seltenheit und die Untingirbarkeit des Centralkörpers beweisen.

Schon 1891 hat Alfred Fischer meine Unterscheidung von Rindenschicht und Centralkörper bei den Cyanophyceen und Schwefelbacterien scharf angegriffen, da er bei den von ihm untersuchten *kleinen Bacterien* nichts dergleichen finden konnte, und wo ja auch nach meinen eigenen Erfahrungen nichts Derartiges vorkommt. — Ich habe darauf 1892 diesen unmotivirten Angriff ebenso scharf zurückgewiesen. Da dies an einem Orte geschah, wo Bemerkungen über *Cyanophyceen* und *Bacterien* nicht leicht gesucht werden, so wiederhole ich das dort (p. 76—79) Bemerkte auch hier.

„Fischer hat sich keineswegs damit beschäftigt, etwa eine der von mir untersuchten Formen, insbesondere eine der typischen grossen Bacterien, auf deren Untersuchung meine ganze Darstellung beruht, seinerseits zu studiren; selbst die Oscillarien, welche jederzeit zur Verfügung stehen, hat er nicht im Geringsten nach den von mir angegebenen Methoden geprüft. Nichtsdestoweniger hält er sich für voll berechtigt, auf Grund einiger Versuche über die plasmolytische Zusammenziehung des Inhalts gewisser Bacterienzellen, meine Ansichten über den Bau der fraglichen Organismen als irrige zu verurtheilen. Was ich bei den grossen Bacterien, wie Chromatium okenii und Ophidomonas jenensis, sowie den zahlreich untersuchten Oscillarien als wabig structurirte, radiär gestreifte dünne Plasmalage schilderte, wäre nach ihm nichts anderes, als, bei der plasmolytischen Zurückziehung des Inhalts der Zellen, an gewissen Stellen der Wand haften gebliebenes Plasma, das sich fädig oder strahlig ausgezogen habe. Daher könne denn auch von einem besonderen Centralkörper oder Kern bei diesen Organismen keine Rede sein; das was ich als solchen ansehe, sei eben nichts weiter wie die Centralmasse des zusammengezogenen Zellplasmas.

Wer diese Deutung meiner Beobachtungen, welche meine Befähigung zur Untersuchung derartiger Objecte in etwas zweifelhaftem Licht erscheinen lässt, liest, kommt vielleicht auf die naheliegende Vermuthung, dass Fischer bei seinen Studien über die Plasmolyse des Inhalts der Bacterienzellen dergleichen Vorgänge gefunden habe, wie er sie als Quelle meiner Irrthümer bezeichnet. Danach sucht man jedoch vergeblich: er hat nichts weiter wie die Zusammenziehung des Inhalts der Zelle unter Einwirkung gewisser Lösungen beobachtet; auf seinen Abbildungen suchen wir umsonst nach einer Spur von

Structurverhältnissen. Seine ganze Deutung der von mir beschriebenen Bilder ist daher hypothetisch und gründet sich nur auf die Erfahrung, dass bei der Plasmolyse „gewöhnlicher Pflanzenzellen" „gar nicht selten" einzelne Plasmafäden an der Wand der Zelle haften bleiben, die sich nach Fischer in die Poren der Zellwand fortsetzen sollen. Soviel ich weiss, ist diese Erscheinung bei der Plasmolyse „gewöhnlicher Pflanzenzellen" keineswegs häufig, sondern die Ausnahme; in der Regel zieht sich der Inhalt allseitig ohne solche Fadenbildung von der Wand zurück, und wenn sie überhaupt vorkommt, dann tritt sie meist sehr unregelmässig hier und da auf.

Wenn es deshalb schon ganz unzulässig und kritiklos erscheint, die von mir sowohl bei den grossen Bacterien wie bei den Oscillarien ganz regelmässig beobachtete strahlig-wabige Plasmaschicht auf eine so abnorm auftretende Erscheinung an den Zellen höherer Pflanzen zurückführen zu wollen, so wird dies noch durch eine Reihe anderer Thatsachen weiterhin erwiesen. Fischer behauptet, wie gesagt, dass alle von mir geschilderten Verhältnisse durch plasmolytisch veränderte Zellen vorgetäuscht worden seien und beruft sich darauf, dass ich mit Alkohol fixirtes Material untersucht habe, welches leicht mehr oder weniger plasmolysirt sei. Hätte er sich etwas mehr Zeit genommen, meine Arbeit, welche zwar nur die Bedeutung einer vorläufigen Mittheilung beanspruchte, aufmerksam zu lesen, so wäre ihm nicht entgangen, dass ich keineswegs nur mit Alkohol conservirte, sondern dass ich gleichzeitig recht verschiedenartige und vorzügliche Fixirungsmittel, wie Pikrinschwefelsäure, ohne und mit Osmiumsäure, Chrom-Osmium-Essigsäure, Osmiumsäuredämpfe u. s. f. verwerthete, und dass alle diese verschiedenen Mittel im Wesentlichen zu den gleichen Ergebnissen führten. Wenn ich gewöhnlich schwachen Alkohol, und zwar meist mit einem Zusatz von Jod, zur Fixirung anwandte, so geschah dies deshalb, weil ich mich überzeugt hatte, dass er ganz dasselbe leistet, wie die übrigen Mittel, und gleichzeitig den Vortheil bietet, dass die Färbungen an derartig fixirtem Material besser und namentlich charakteristischer ausfallen. Ich kann auch versichern, dass bei guter Anwendung dieses Fixirungsmittels keine Plasmolyse eintritt, vielmehr, wie ich bemerkte, umgekehrt häufig ein Platzen der Membran unter theilweisem Austritt des Inhalts.

Ich halte es jedoch für unnöthig, bei diesen Dingen länger zu verweilen, da sich Fischer's ganz unbegründete Einwände ohne Schwierigkeit durch eine Reihe Thatsachen widerlegen lassen, die ihm ebenso zugänglich waren wie mir und welche er sich daher selbst hätte vorlegen müssen, wenn er es für nöthig erachtet hätte, sich in dieser Frage genauer zu orientiren, bevor er ein Urtheil abgab. Bekanntlich wurde der Centralkörper oder Kern der Oscillarien schon vor mir von E. Zacharias beobachtet, und dieser Forscher hat später

gleichzeitig mit mir und unabhängig diesen Gegenstand weiter verfolgt[1]*). Ob Fischer Zacharias' Arbeiten nicht kennt, da er sie nirgends erwähnt, bleibe dahingestellt. Jedenfalls hat sich Zacharias ebenso wie ich überzeugt, dass die Oscillarienzelle einen ansehnlichen centralen ungefärbten Körper von besonderen Eigenschaften enthält. Ob dieser Körper als Kern zu deuten ist, erscheint als eine Sache für sich; jedenfalls hat sich erfreulicher Weise auch in dieser Hinsicht genügende Uebereinstimmung zwischen Zacharias und mir ergeben. Ich darf ganz zufrieden sein, wenn Zacharias anerkennt, dass dieser Körper als die Vorstufe eines Kerns betrachtet werden dürfe*[2]*); dann ist er eben der Vertreter des Kerns der höheren Zelle, wie ich ihn auch auffasse. Ob ihm alle Eigenschaften des letzteren zukommen, ist eine Frage, welche weiterer Untersuchung bedarf und schliesslich erscheint dies auch nicht unbedingt nöthig. Dieser Centralkörper der Oscillarienzelle ist nun sowohl nach Zacharias' wie meinen Erfahrungen, denen übrigens die einiger älterer Forscher vorhergehen, schon in der lebenden Zelle als ungefärbter Centraltheil ganz deutlich wahrzunehmen; ebenso hob ich hervor, dass dies von dem entsprechenden Centralkörper des Chromatium okenii gilt, ja dass sogar der des Bacterium lineola schon im Leben zu beobachten ist. Wie man unter diesen Umständen die Behauptung zu vertheidigen wagen kann, dass der Centralkörper nur die Centralmasse des plasmolytisch zusammengezogenen Zellinhalts sei, bleibt mir wenigstens unergründlich und liefert wohl einen Beweis für die seltsame Art, in welcher heutzutage häufig argumentirt wird. Ueberlegen wir nun ferner, dass, wie ich und Zacharias ausführlich darlegten, der Centralkörper sich sowohl durch ganz besondere Färbungsfähigkeiten, wie auch durch sein Verhalten gegen Verdauungsflüssigkeiten auszeichnet, so wird die Haltlosigkeit der Fischer'schen Behauptung immer zweifelloser. Zu guter letzt kommt uns ausserdem noch ein absolut beweisfähiger Punkt zu Hülfe, welchen ich früher nicht betont habe, da es mir unmöglich schien, den fraglichen Einwand zu erheben. Bei Chromatium okenii sowohl wie bei den Oscillarien hatte ich häufig Gelegenheit, in den Präparaten verschiedengradig plasmolysirte Zellen zu beobachten, d. h. solche, deren Inhalt von der Zellmembran mehr oder weniger zurückgezogen war. An solchen Exemplaren lässt sich auf das Bestimmteste feststellen, dass sich bei der Plasmolyse das gesammte strahlig-wabige Plasma mit scharfer, glatter Begrenzung von der Haut ablöst. Besonders von Chromatium habe ich Exemplare gefunden, deren gesammter Inhalt stark von der Membran zurückgezogen war und dennoch auf das Schönste sowohl die plasmatische Rindenschicht wie den Centralkörper*

[1]) Botanische Zeitung 1887, p. 301; ibid. 1890, p. 1

[2]) Botanische Zeitung 1890, p. 463.

zeigte. Selbst an Bacterium lineola gelang es, ähnliche Zustände sicher zu beobachten.

Da ich durch vorstehende Ausführungen Fischer's Einwände genügend zurückgewiesen und gekennzeichnet zu haben glaube, halte ich es für unnöthig, auf die weiteren Angriffe näher einzugehen, welche er gegen meine Deutung der kleineren Bacterien als des Plasmas entbehrender oder doch daran sehr armer Centralkörper richtet[1]*). Da meine Argumentation nämlich eine einfache Folge aus den Ermittelungen ist, welche sich an den grossen Bacterien und Cyanophyceen ergaben, so bleiben sie zu Recht bestehen, wenn die von Fischer gegen die Richtigkeit dieser Beobachtungen erhobenen Einwände als irrig und unbegründet dargelegt worden sind. Dass dies aber der Fall, wird, wie ich hoffe, genügend klar geworden sein.*"

Auch Zacharias sah sich 1891 veranlasst, die Fischer'sche Anzweifelung des Centralkörpers abzuweisen, indem er p. 2 d. S. A.'s (Anm.) sagt: „*Wenn Fischer hier sagen will, dass der Centralkörper in der lebenden Zelle als eine von dem peripherischen Plasma sich durch abweichende Beschaffenheit unterscheidende Masse überhaupt nicht existirt*[2]*), so ist das unrichtig, wie man durch Untersuchung der Zellinhalte unter Verwendung geeigneter Reagentien unschwer feststellen kann.*"

In einer 1894 erschienenen umfangreichen Arbeit über die Bacterien unternimmt es Fischer, meine morphologische Auffassung dieser Organismen von Neuem zu widerlegen, da, wie er meint (p. 1) „*die meisten Bacteriologen wohl jetzt der Ansicht Bütschli's huldigen*", eine An-

[1]) „Ich ergreife die Gelegenheit, um einen Irrthum, der sich in meine Bacterienarbeit eingeschlichen hat, zu berichtigen. Auf p. 34 derselben wurde bemerkt, dass auch schon frühere Forscher gelegentlich die Bacterien wegen ihrer intensiven Tingirbarkeit mit den Kernen der höheren Organismen verglichen hätten, namentlich sei dies meines Wissens von Klebs (Allgem. Pathologie, 1887, Bd. I, p. 75—76) geschehen. Herr Prof. Hüppe hatte die Freundlichkeit, mich darauf hinzuweisen, dass er es war, welcher diesen Vergleich schon etwas früher aussprach (Hüppe, Die Formen der Bacterien. Wiesbaden 1886, p. 94 bis 95), wie ich hier gern berichtige. Da ich wegen der Arbeiten, welche den Gegenstand der vorliegenden Schrift bilden, über meine Bacterienstudien nur kurz vorläufig berichten konnte, so fehlte mir auch die Zeit, die so umfangreiche Bacterien-Literatur eingehend durchzusehen. Bei der fraglichen Angabe folgte ich daher Ernst, welcher dieselbe Bemerkung auf p. 44 seiner Arbeit machte. Uebrigens hat diese historische Frage keine sehr erhebliche Bedeutung, da sowohl Hüppe wie Klebs die angedeuteten Beziehungen der Bacterien zu den Kernen echter Zellen für recht unsicher erachteten und ihnen jedenfalls keine grössere Bedeutung zuschrieben."

[2]) Dass dies Fischer aber thatsächlich sagte, scheint mir keinem Zweifel zu unterliegen. Er bemerkt (p. 69): „*Der Centralkörper aber, nach Bütschli der gewaltige Kern, ist nicht der Zellkern, sondern nur die Hauptmasse des contrahirten Protoplasmas, in welchem erst weiterhin nach einem Kern zu suchen wäre.*" Die Rindenschicht dagegen ist nach ihm der übrige Mindertheil des Plasmas, der bei der Retraction des Inhalts der Zelle strahlig-fädig ausgezogen wurde.

schauung, die mir, so weit ich die bacteriologische Literatur kenne, eigentlich nicht recht zutreffend erscheint. Er bemerkt dann weiter (p. 2): *„Bütschli hat meine Einwände für nichtig erklärt und hält an seiner Ansicht fest, die durch neue Beobachtungen zu widerlegen ich nunmehr verpflichtet bin.“* Da ich bei meinen Untersuchungen von den grösseren Schwefelbacterien, sowie den Cyanophyceen ausging, und, von da allmählich fortschreitend, den Bau der einfacheren Formen beurtheilte, so habe ich in meiner oben abgedruckten Entgegnung an Fischer besonders betont, dass dieser Forscher weder eines dieser grösseren Bacterien, noch eine Oscillarienzelle untersucht hatte, sich aber nichtsdestoweniger erlaubte, meine Beobachtungen an diesen Formen für gänzlich irrig und für das Ergebniss eines schülerhaften Beobachtungsfehlers zu erklären. Fischer sagt (1891 p. 68): *„Chromatium und Ophidomonas habe ich nicht nachuntersuchen können, ich möchte deshalb meine Bemerkungen an die kleinen Bacterien und Oscillarien* (!) *anknüpfen.“* Wie gesagt, hat er jedoch auch die Oscillarien nicht nachuntersucht. Da nun meine Beurtheilung der kleinen Bacterien ausschliesslich auf den von mir ermittelten Bauverhältnissen der grösseren Formen beruht, so ist auch heute noch ebenso klar wie 1891 und 92, dass jede ernstliche und aufrichtige Widerlegung meiner Ansichten mit der Untersuchung jener grossen Formen und den nahe verwandten Cyanophyceen zu beginnen hat, was ja auch von anderen Forschern, wie Mitrophanow und Nadson so gehalten wurde. Anders dagegen Fischer, der, obgleich er 1891 jene Angriffe auf meine Darstellung der Bauverhältnisse der Oscillarien und Schwefelbacterien gerichtet hat, 1894, als er meine Einwände zu widerlegen sich verpflichtet fühlt, bemerkt (p. 2): *„Ausdrücklich hebe ich hervor, dass nur die Zellen der Bacterien, nicht auch diejenigen der Cyanophyceen behandelt werden sollen.“* Dieser Ausspruch ist jedoch noch weiter einzuschränken, denn nur eine Anzahl der kleineren und einfacheren Bacterien werden behandelt, dagegen auch hier die grossen Schwefelbacterien, von deren Studium ich ausging, gänzlich unbeachtet gelassen. In der Hauptsache beziehen sich die Widerlegungen, welche Fischer 1894 gegen meine Auffassung vorbringt, sogar ausschliesslich auf Spirillum undula und sollen daher bei den Bemerkungen über diese Form und andere einfache Bacterien berücksichtigt werden.

Diejenigen Einwände dagegen, mit welchen ich, wie aus der Lectüre der oben abgedruckten Stelle hervorgeht, die Fischer'schen Angriffe gegen die Existenz eines Centralkörpers und einer Rindenschicht bei den Cyanophyceen und den grösseren Bacterien zurückwies, berührt Fischer in seiner neuen Schrift überhaupt mit keinem Wort. Ich muss sagen, dass

BIOLOGICAL WOODS HOLE LIBRARY

diese neue Methode der Widerlegung meiner Ansicht mir ebenso seltsam erscheint, wie die von Fischer im Jahre 1891 geübte.

In meiner oben abgedruckten Entgegnung auf Fischer's Angriff betonte ich schon, dass seine Deutung der Rindenschicht, als durch Retraction und Plasmolyse hervorgerufen, ganz irrig ist, weil man vielfach Gelegenheit hat, zurückgezogenen Zellinhalt oder solchen, von dem sich die Membran abgehoben hat, zu sehen, an dem man sowohl den Unterschied zwischen Rindenschicht und Centralkörper in voller Schärfe, als auch die Structur der Rindenschicht ganz ebenso bemerkt, wie bei nicht abgehobener Membran. Zum Beweis dieser Angabe gebe ich hier 2 Mikrophotographien von *Chromat. okenii* (Taf. I Fig. 1 und 4), welche dies zeigen und verweise ferner auf die Abbildungen dieser Form (Taf. III, Fig. 1 und 3), welche dasselbe lehren. — Ferner ist auf Taf. III, Fig. 14 ein Exemplar von *Bacterium lineola* abgebildet, das bei der Conservirung in Alkohol an der einen Längsseite geplatzt ist, wobei der Inhalt theilweise herausströmte. Das Ausgetretene ist in solchen Fällen, wie hier und bei *Chromatium okenii* häufig beobachtet wurde, hauptsächlich der Centralkörper (ck). Man bemerkt nun deutlich, dass sich an dem einen Pol der gesammte Inhalt von der Membran etwas zurückgezogen hat, also auch hier die deutlich sichtbare radiärwabige Rindenschicht kein Erzeugniss der Retraction sein kann.

Für die *Cyanophyceen* möge das Gleiche durch die auf Taf. IV, Fig. 3 (Oscillarie) und Taf. V, Fig. 3 (Beggiatoa) dargestellten Befunde bewiesen werden.

Die Irrigkeit der Fischer'schen Auffassung lässt sich jedoch noch durch weitere Thatsachen unschwer erweisen. Wenn die Behauptung Fischer's richtig sein sollte, so müsste der Bau der Rindenschicht stets ein einfach radiärfaseriger sein. Dies ist jedoch nur dann der Fall wenn sie sehr dünn, d. h. nur eine Wabenlage dick ist; in diesem Fall besitzt sie natürlich den Character eines radiärwabigen Alveolarsaums. Wo jedoch, wie dies keineswegs selten ist, die Rindenschicht beträchtlich dicker wird, ist sie zwei bis mehr Wabenlagen stark und hat daher nicht mehr die Natur eines einfachen Alveolarsaums, vielmehr gilt dies dann nur von ihrer äussersten Wabenlage. Der übrige Theil der Rindenschicht ist in diesen Fällen unregelmässig wabig. — Schon bei *Chromatium* trifft man zuweilen Exemplare, deren Centralkörper relativ sehr klein ist (Taf. III, Fig. 2), wo die Rindenschicht daher entsprechend mehrwabig erscheint. Bei den *Cyanophyceen* ist das Gleiche recht häufig; ich verweise namentlich auf die Figuren 5, 7, 8, 9 und 20 auf Taf. IV, die Figg. 4, 8 und 10 auf Taf. V, sowie die *Mikrophotographien* Taf. II, Fig. 31 und 41.

Endlich möge hier noch ein dritter Gegenbeweis gegen Fischer aufgeführt werden. — Ich habe schon 1890 betont, dass sich der Inhalt des *Chromatium okenii* bei geeigneter Manipulation leicht hervorpressen lässt. In diesen Fällen kann man an dem ausgetretenen Weichkörper die beiden Bestandtheile, nämlich die rothgefärbte Rindenschicht (pl) und die Centralkörpermasse (ck) wohl unterscheiden. Auf Taf. III, Fig. 5 ist ein derartiges *Chromatium* abgebildet, an dessen ausgetretenem Inhalt die Verschiedenheit der beiden Bestandtheile auch durch die verschiedene Grösse der Waben recht auffallend erscheint.

Für das mit Chromatium so nahe verwandte eigenthümliche *Achromatium* hat, wie ich bei dieser Gelegenheit noch erwähne, auch Schewiakoff (1893, p. 9 d. S. A.s), schon die Unhaltbarkeit der Fischer'schen Meinung mit sehr stichhaltigen Gründen erwiesen.

Wenn auch der Centralkörper der Cyanophyceenzelle in der Regel schon im Leben deutlich zu sehen ist, so ist dies doch nicht immer der Fall. Bei intensiv gefärbter und relativ dicker Rindenschicht ist der ungefärbte Centralkörper schwer oder kaum deutlich zu unterscheiden. Dies gilt z. B. für die grosse *Oscillaria princeps*, welche ich vor Kurzem etwas genauer studirte. Man erkennt zwar auch hier bei genauerer Untersuchung den Centralkörper der lebenden Zelle ziemlich gut daran, dass er zahlreiche Körner verschiedener und manchmal ziemlich bedeutender Grösse einschliesst. Dagegen ist er als farbloses Gebilde in dem Inhalt nicht deutlich zu bemerken. — Wenn die Fäden dieser Oscillaria etwas gepresst werden, wobei die später zu erwähnenden Structuren der Rindenschicht, welche die Sichtbarkeit des Centralkörpers beeinträchtigen, schwinden, so tritt der Centralkörper häufig als farbloses Gebilde ebenso scharf hervor, wie bei den meisten schmäleren Oscillarien. Die Grösse der *Oscillaria princeps* bietet anderseits aber auch Gelegenheit, die Existenz der beiden Inhaltsbestandtheile an dem hervorgepressten Inhalt festzustellen. Es gelingt nämlich sehr leicht, diese Oscillarie durch Pressen unter dem Deckglas zum Platzen zu bringen, worauf man an günstigen Stellen ganz deutlich die farblose Centralkörpermasse von der grüngefärbten Masse der Rindenschicht unterscheiden kann.

Am Schlusse dieses Abschnitts weise ich noch auf die schon Zacharias (1890) geglückte Färbung des Centralkörpers im lebenden Zustand hin, wodurch gleichfalls sein Bestehen und seine besondere Beschaffenheit gegenüber der Rindenschicht erwiesen wird. Zacharias gelang diese Färbung mit Methylviolett; später haben Palla (1893) und Lauterborn (1893), letzterer in meinem Laboratorium, die Färbung des Centralkörpers bei lebenskräftigen Cyanophyceen mit *Methylenblau* selbstständig gefunden.

Auf die abweichenden Angaben Mitrophanow's, der bei den Schwefelbacterien einen scharf umschriebenen und von der Rindenschicht bestimmt unterschiedenen Centralkörper meist vermisste, will ich an dieser Stelle nicht eingehen, da hiezu später, bei der genaueren Besprechung des Centralkörpers geeigneter Stellung zu nehmen sein wird.

2. Membran von Chromatium okenii.

1890 (p. 8) habe ich angegeben, dass an der durch Pressen von ihrem Inhalt entleerten Membran von *Chromatium* nicht selten eine ziemlich weitmaschige Netzzeichnung wahrzunehmen sei. Später hat Schewiakoff (1893 p. 7 d. S. A.'s) bei dem nahe verwandten *Achromatium* ebenfalls eine engmaschige Netzzeichnung der isolirten Hülle beobachtet. Meine Angabe für *Chromatium* hat Mitrophanow (1893 p. 9) angezweifelt, indem er bemerkt: *„il me semble seulement, que leur enveloppe (d. h. die vom Chromatium okenii) n'a pas de structure, non qu'elle en aie une alvéolaire."* — Ob Mitrophanow die Methode angewendet hat, d. h. die Entleerung der Hülle durch Druck, der ich allein diese Beobachtung verdanke, wird nirgends angegeben und ist daher unwahrscheinlich. — Zum Beweis meiner früheren Angabe bilde ich hier auf Taf. III Fig. 4 eine entleerte Hülle ab, die am Geisselpol die erwähnte Zeichnung deutlich darbietet. Diese Hülle war ganz leer und trug, wie die Figur zeigt, die Geissel noch ganz intact. Uebrigens habe ich die gleiche Zeichnung noch manchmal gesehen und mehrmals sogar am ausgepressten Chromatium die Hülle im optischen Durchschnitt ziemlich dick und mit einer wabigen Structur versehen beobachtet.

3. Die gefärbte Rindenschicht.

Nachdem im ersten Abschnitt die Existenz einer solchen Rindenschicht für die in Rede stehenden Organismen besprochen und, wie ich glaube, erwiesen wurde, soll deren Bau nun etwas genauer erörtert werden. Meine 1890 vorgetragene Ansicht ist, dass sie einen wabigen Bau besitzt, der je nach ihrer Dicke etwas verschieden erscheint, wie es schon oben ausführlich genug dargelegt wurde, wesshalb hier eine Wiederholung unnöthig erscheint.

Diese characteristischen Bauverhältnisse der Rindenschicht haben nach mir Schewiakoff (1893) für *Achromatium*, Palla (1893) und Nadson (1895) für eine grosse Anzahl *Cyanophyceen* bestätigt. Bei *Chromatium*, *Rhabdochromatium* und *Ophidomonas* stellt zwar auch Mitrophanow

(1893) die Rindenschicht (insofern er sie von dem Centralkörper überhaupt unterscheiden konnte) wabig-alveolär dar. Da er jedoch vielfach keine scharfen Grenzen zwischen Centralkörper und Rindenschicht fand und überhaupt ganz eigenthümliche Ansichten über das Verhältniss dieser beiden Theile hegt, so kann erst bei der Besprechung des Centralkörpers näher auf seine Ansichten eingegangen werden. Auf die Meinungen von Zacharias, Deinega und Hieronymus werde ich gleich zu sprechen kommen.

Zuvor möge jedoch hier die Frage gestellt werden: ob die wabige Structur der Rindenschicht, die in geeigneten Präparaten so deutlich ist, wie die beigegebenen Tafeln (ich verweise namentlich auch auf die photographischen) zeigen, auch im Leben besteht oder ob sie nicht etwa nur ein durch Gerinnung in der Rindenschicht hervorgerufenes Phänomen ist, da ja bei Gerinnungen Wabenstructuren stets entstehen, wie ich gezeigt habe.

Schon 1890 wurde daher für *Chromatium* besonders hervorgehoben, dass an gepressten Individuen ein deutliches rothes Maschenwerk in der Rindenschicht zu beobachten ist und dass dieser Umstand sowohl, als auch die deutlich wabige Structur der herausgepressten Rindenschicht (Fig. 5 Taf. III) beweist, dass der Wabenbau der Rindenschicht schon im Leben besteht. An der hervorgepressten Rindenschicht bemerkt man ferner, wie auch schon an den ganzen Chromatien, dass der rothe Farbstoff in den Wabenwänden liegt und zwar höchst wahrscheinlich als ein sehr feinkörniges Pigment.

Wie ich schon früher (1890) und auch oben erörterte, findet sich sowohl bei den *Chromatien*, wie bei den *Cyanophyceen* der Farbstoff ausschliesslich in der Rindenschicht und diese ist daher namentlich bei schwefelarmen oder -freien Chromatien deutlich und scharf gegen den farblosen Centralkörper abgegrenzt zu sehen. Um dies deutlich wahrzunehmen, ist es natürlich in der Regel nothwendig, die Chromatien entweder durch Osmiumdämpfe zu fixiren oder sie durch vorsichtiges Pressen zwischen Objectträger und Deckglas unbeweglich und gleichzeitig etwas durchsichtiger zu machen. Diese kleinen Kunstgriffe, welche jedem, der sich mit derartigen Studien befasst, eigentlich geläufig sein müssten, scheinen nichtsdestoweniger manchen Untersuchern wenig bekannt zu sein. — Auch die Angabe über die Beschränkung des rothen Farbstoffes auf die Rindenschicht ist denn auch geleugnet worden. So bemerkt Mitrophanow (1893 p. 10): „*selon mes observations le pigment est plus souvent distribué dans tout le corps du chromatium, pareil au hémoglobine dans les corps sanguins.*“

Gegenüber meinen positiven Erfahrungen[1]), die in jeder Hinsicht auch durch die ganz übereinstimmenden Verhältnisse der Cyanophyceen unterstützt werden, vermag ich dieser Behauptung keinerlei Beweiskraft beizulegen und dies um so weniger, als der Autor selbst einige Zeilen später Angaben macht, welche die ersteren zu entkräften geeignet erscheinen. — Bezüglich *Rhabdochromatium*, dessen specifische Verschiedenheit von *Chromatium okenii* mir sehr zweifelhaft scheint, wird nämlich p. 11 gesagt: „*Cet exemplaire n'était pas colorié partout également, le pigment ne paraissait être distribué qu'à la périphérie et groupé en d'ilôts separés, tandis que la partie axiale de l'individu était légèrement colorée*" und über dasselbe Exemplar wird auf der folgenden Seite (p. 12) weiter bemerkt: „*vu que de vivant les parties centrales nucléolaires étaient sans couleur, il est clair que le pigment n'est contenu que dans le protoplasme et non dans le noyau.*" Schon aus den citirten Aussprüchen dürfte hervorgehen, dass Mitrophanow's Angaben über die Vertheilung des Pigmentes wenig Vertrauen verdienen.

Ich wende mich zu den *Cyanophyceen*. Die Sichtbarkeit des wabigen Baues der Rindenschicht im lebenden Zustand hat für diese Organismen schon Palla (1893) angegeben. So bemerkt er p. 528: „*Dass dem gefärbten Theil des Cyanophyceenprotoplasts ein Wabenbau im Sinne Bütschli's zukommt, glaube ich sicher annehmen zu dürfen: wenigstens habe ich stets bei Glocotrichia, namentlich aber bei Tolypothrix den Eindruck einer solchen Structur der lebenden Zelle erhalten.*" Für *Tolypothrix* heisst es dann noch p. 544: „*Dagegen liess sich der wabige Bau*" (d. h. der Rindenschicht) „*an vielen Zellen besonders schön beobachten. Er ist gewöhnlich schon an lebenden, dem natürlichen Standorte entnommenen Fäden, besonders in den Zellen der Fadenspitze, deutlich wahrzunehmen, tritt aber bei Behandlung der Zellen mit Methylenblau oder zweiprocentiger Ameisensäure noch besser hervor.*"

Ebenso bemerkt Nadson (1895, p. 70): „*Der Protoplast der untersuchten Cyanophyceen zeigt einen Wabenbau im Sinne Bütschli's. Schon beim Leben der Alge kann solche Structur deutlich genug wahrgenommen werden*", und führt dann weiter aus, dass dieser Bau wegen seines bei der verschiedenartigsten Präparation gleichbleibenden Characters jedenfalls keine Erscheinung sei, „*welche durch den Tod oder auf künstliche Weise durch Reagentien hervorgerufen wird.*"

[1]) Ich verweise in dieser Hinsicht ferner auf die Arbeit Förster's (1892), welche auch über die häufig abnorme Vertheilung des Pigments in der Rindenschicht nähere Angaben enthält.

Bei den von mir 1889/90 studirten lebenden Cyanophyceen habe ich von der Wabenstructur der Rindenschicht wenig Sicheres gesehen. Bei der Fig. 17 (1890) abgebildeten *„dicken braungrünen Oscillarie"* kamen mehrfach einzelne, aus dem Verband des Fadens gelöste und auf der Grenzfläche liegende Zellen zu Gesicht (Taf. IV. Fig. 4), bei denen nicht nur die radiärwabige Structur der Rindenschicht, sondern auch die Wabenstructur des Centralkörpers deutlich zu sehen waren; doch lege ich dieser Beobachtung keinen besonderen Werth bei, da keine Gewähr dafür besteht, dass solche Zellen noch völlig lebensfrisch waren. In letzter Zeit habe ich dagegen einige entscheidendere Beobachtungen anstellen können. — In erster Linie gedenke ich hier einer sehr kleinen, schwach blaugrünen *Cyanophycee*, die sich im Bodenschlamm des Altrheins von Neuhofen (südlich Ludwigshafen a. Rh.) fand und die ich der Freundlichkeit meines Schülers, Herrn R. Lauterborn, verdanke. Diese Form bildet recht bewegliche, aus etwa 12 bis 15 Zellen aufgereihte Fäden und zeigt sowohl die Wabenstructur der Rindenschicht, wie die des sehr einfachen Centralkörpers im lebenden, beweglichen Zustand ganz deutlich. — Da eine genaue Zeichnung während der Bewegung nicht ausführbar war, so wurde die nebenstehend gegebene Abbildung nach einem mit Osmiumdämpfen getödteten Exemplar hergestellt, nachdem ich mich versichert hatte, dass die Tödtung mit Osmiumdämpfen nicht die geringste Änderung des im lebenden Zustand sichtbaren Bildes hervorruft. Wie die ohne weitere Schilderung verständliche Abbildung dreier Zellen zeigt, ist der Bau dieser kleinen Cyanophycee ein sehr einfacher und zeigt dementsprechend eine ganz auffallende Uebereinstimmung mit dem Bau grösserer Bacterien, z. B. dem des *Bacterium lineola*, wie ich ihn 1890 darstellte (s. dort Figg. 3a—d) und in dieser Abhandlung durch die Photographien Taf. I, Figg. 9—14 erläutere; ebenso verweise ich auf Fig. 18 (Tf. I), die eine Zelle eines *Crenothrix*-Fadens darstellt.

Fig. 1.
Kleine *Cyanophycee* aus dem Schlamm des Altrheins bei *Neuhofen*. — Schwach blaugrüne, recht bewegliche Fäden, die aus ca. 12—15 Zellen bestehen. Nach einem mit Osmiumdämpfen getödteten und in Wasser untersuchten Faden. Optischer Längsschnitt. Ein feines Plasmafädchen, das den Inhalt der benachbarten Zellen des Fadens verbindet, ist gewöhnlich deutlich zu sehen. — Vergr. ca. 3000.

Bei zwei weiteren Formen, *Oscillaria irrigua* Kütz. und *Phormidium Retzii* Gom., die ich in jüngster Zeit durch Herrn Dr. Stockmayer erhielt,

vermochte ich in der bräunlich-roth, resp. grün gefärbten Rindenschicht der meisten beweglichen Fäden eine Wabenstructur nicht zu beobachten. Dagegen war eine solche und zwar ganz in der von mir früher geschilderten Weise an den jedenfalls nicht mehr lebenskräftigen unbeweglichen Fäden fast stets sehr deutlich zu sehen und wenigstens bei *Oscill. irrigua* beobachtete ich auch noch gut bewegliche Fäden, die die Wabenstructur der Rindenschicht recht bestimmt zeigten. Daher muss ich nach meinen Untersuchungen schliessen, dass in der Rindenschicht ganz lebenskräftiger Fäden dieser Arten die Wabenstructur nicht zu erkennen ist, dass sie dagegen beim Absterben früher oder später deutlich hervortritt, indem die Färbung der Rindenschicht gleichzeitig verblasst. Weiterhin sieht man die Waben der Rindenschicht an den absterbenden Fäden sich allmählich vergrössern, was auch schon Palla (1893, p. 528) bei Einwirkung von Methylenblau beobachtete. Die Vergleichung der verschiedenen Bilder ergibt nun, dass bei dieser Vergrösserung der Waben auch ein allmähliches Zusammenfliessen derselben stattfinden muss. Der Centralkörper schrumpft gleichzeitig etwas zusammen, wodurch die Waben der Rindenschicht eine radiärstrahlige Beschaffenheit annehmen.

Wenn diese Erscheinungen vermuthen lassen könnten, dass der Wabenbau der Rindenschicht keine normale Erscheinung, sondern eine durch das Absterben hervorgerufene Vacuolisirung sei, so widersprechen diesem doch auf das Bestimmteste die Erfahrungen, welche ich an der grossen *Oscillaria princeps* und einer etwas schmäleren, sonst aber ähnlichen Form gesammelt habe.

Bei dieser schmäleren Form, welche der 1890 auf Fig. 17 abgebildeten sehr nahe steht, bemerkt man den wabigen Bau der Rindenschicht schon im lebenden Zustand sehr deutlich und vor Allem ist das Oberflächenbild der wabigen Rindenschicht, wie ich es 1890 nach Präparaten geschildert habe, schon im Leben ganz deutlich zu sehen. — Auf Taf. IV, Fig. 1 ist dieses Oberflächenbild von einem in Chromosmiumessigsäure getödteten und darauf in Wasser untersuchten Faden aus dem Jahre 1889 nochmals dargestellt und daneben (Fig. 2) sind einige Zellen eines Fadens derselben Oscillarie abgebildet, der mit halbverdünnter englischer Schwefelsäure behandelt worden war. Das Phycocyan hatte dabei den Centralkörper deutlich violett gefärbt, während das Wabengerüst der Rindenschicht schön gelbbraun erschien. An der rechten Zelle (Fig. 2) ist nur das Oberflächenbild der wabigen Rindenschicht gezeichnet, wie es bei der Einstellung auf die Oberfläche erscheint, während die beiden linken Zellen optische Längsschnitte wiedergeben. Man sieht, dass das Bild der Oberfläche mit dem durch Chromessigosmiumsäure erhaltenen (Fig. 1) in allen wesentlichen

Punkten übereinstimmt. Das heisst, die jungen, aus der Theilung gerade hervorgehenden Zellen besitzen eine Rindenschicht, die in der Längsrichtung des Fadens zwei Waben dick ist; und alle Zellen des Fadens sind gewöhnlich in Theilung begriffen, was auf den beiden linken Zellen von Fig. 2 nicht hervortritt, da die Centralkörper bei der Behandlung mit Schwefelsäure ziemlich stark schrumpften. Diese ganz regelmässigen beiden Wabenreihen der oberflächlichen Ansicht jeder Zelle liessen sich nun, wie gesagt, bei der neuerdings untersuchten Form im Leben mit voller Deutlichkeit sehen und ich besitze eine zwar nicht sehr gelungene Photographie, welche dies dennoch genügend deutlich widergibt.

Bei der grossen *Oscillaria princeps* zeigen die lebenskräftigen Fäden einen durch und durch schön wabigen Bau, sowohl der Rindenschicht wie des Centralkörpers, welch' beide sich hier, wie früher bemerkt, in den lebenskräftigen Fäden schwer von einander abgrenzen lassen. Da jedoch, wie gesagt, die unregelmässig wabig-fasrige Structur des Inhalts auf dem optischen Längsschnitt bis direct unter die Zellwände zu verfolgen ist, an welche sie mit einem, an günstigen Stellen sehr deutlichen Alveolarsaum anstösst, und sie sich ebenso auch bis an die Querscheidewände ausdehnt, die in gleicher Weise jederseits von einem solchen Alveolarsaum begrenzt werden, so folgt daraus, dass auch die Rindenschicht durchaus wabig structurirt sein muss.

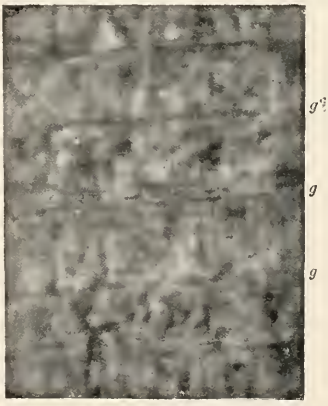


Fig. 2.
Oscillaria princeps Vauch. Lebender Faden. Einstellung auf die Oberfläche. Die längsreihig wabige Structur der grünen Rindenschicht tritt hie und da deutlich hervor und zwar sind in der Dickenrichtung der Zellen ca. 4 Waben vorhanden. *g* die Querscheidewände der Zellen. — Obj. 2 mm. Oc. 12. Vergr. 2560.

Bei genauer Einstellung auf die Oberfläche erhält man auch hier das Bild der Flächenstructur der äussersten Schicht der Rinde. Dasselbe entspricht, wie die nebenstehende photographische Reproduction (Fig. 2) zeigt, im Allgemeinen dem vorhin Beschriebenen, mit der Abweichung, dass, entsprechend der grösseren Dicke der Zellen, ca. 4 bis 5 Wabenlagen in der Dickenrichtung vorhanden sind. Die Anordnung der Waben dieser oberflächlichen Schicht der Rinde ist eine ganz ausgesprochen längsfasrige, wodurch sie bei schwächerer Vergrösserung, resp. bei ungenügender Lösung der Struktur ein längsfibrilläres oder gestreiftes Aussehen erhält;

eine Erscheinung, die übrigens bei Betrachtung der Oberfläche zahlreicher Oscillarien hervortritt und zweifellos überall auf den gleichen Bedingungen beruht.

Diese Erscheinung wurde denn auch schon früher, besonders bei der grossen *Osc. princeps*, beobachtet. So schildert Deinega (1891) in deren Rindenschicht ein ziemlich grobes längsfasriges Netzwerk (vergl. seine Taf. 22 Fig. 7a und 8), welches er als das in der Rindenschicht eingeschlossene grüne *Chromatophor* betrachtet. Deinega machte diese Beobachtung an mit Pikrinsäure getödteten Fäden und glaubte hieraus, wie aus anderen Erfahrungen, schliessen zu können, dass bei dieser und anderen Cyanophyceen ein *„plättchenartiges durchlöchertes Chromatophor“* in der Rindenschicht vorhanden sei. — Meine Ansicht ist, dass Deinega die wabig-faserige Structur der Rindenschicht ungenügend beobachtete, und dass das von ihm geschilderte Netzwerk das Bild dieser Structur bei nicht ausreichender Vergrösserung und Lösung darstellt. In seiner Besprechung von Deinega's Arbeit betont auch Zacharias, dass man bei gewissen Oscillarien, *„bei etwas höherer Einstellung das Bild eines grünen Netzes“* erhält. Bei einer braunvioletten Oscillarie sah Zacharias die Rindenschicht bei hoher Einstellung aus gefärbten breiteren und ungefärbten schmäleren Längsstreifen zusammengesetzt, während auf der Ansicht der Zellen von der Breitfläche (Grenzfläche) eine entsprechende radiäre Structur der Rindenschicht sich fand. Auf das letztere wird später noch genauer einzugehen sein.

Auch diese Angaben von Zacharias beziehen sich zweifellos auf die Wabenstructur der Rindenschicht, wenn wir berücksichtigen, wie gleich näher ausgeführt werden soll, dass das Pigment in den Wabenwänden enthalten ist, der Wabeninhalt dagegen farblos erscheint.

Eine sehr auffallende Erscheinung in dem wabig-faserigen Inhalt der Zellen von *Oscillaria princeps* verdient noch besondere Betonung. Häufig hat es den Anschein, als seien in das Wabenwerk zahlreiche grünlich glänzende, an Bacterien erinnernde, stäbchenartige Gebilde eingelagert. Die betreffenden Bilder sind vielfach so klar, dass es schwer ist, diese Auffassung zurückzuweisen. Sehr häufig liegen auch zwei dieser stäbchenartigen Gebilde parallel neben einander. — Die Vorstellung, dass der Inhalt thatsächlich besondere stäbchenartige Einschlüsse zeige, wird durch folgende Erfahrung noch wesentlich gestützt. Wenn die Fäden dieser Oscillarie unter dem Deckglas gepresst werden, so wird in vielen die wabig-faserige Structur undeutlicher; gleichzeitig treten aber die fraglichen Stäbchen deutlicher hervor, so dass man, wenn die sofort aufzuzählenden Erfahrungen nicht dagegen sprächen, an ihrem Vorhandensein kaum zweifeln könnte. Dennoch kann ich, wie gesagt, die Stäbchen

nicht für besondere Gebilde, sondern nur für besonders imponirende Züge oder Theile des wabig-faserigen Gerüstes halten und zwar aus folgenden Gründen. Bei den erwähnten gepressten Fäden verschwinden schliesslich die Stäbchen völlig, und während nun, wie früher schon angegeben, die Rindenschicht scharf vom Centralkörper abgegrenzt und sehr intensiv gefärbt erscheint, ist die Structur der Rindenschicht, welche früher so deutlich war, gänzlich geschwunden, während in dem Centralkörper häufig noch Reste von Structur zu sehen sind und namentlich die in ihm enthaltenen *Körner* deutlich hervortreten. Dieses Schwinden der Structur, sammt den scheinbaren Stäbchen, durch Druck ist sehr auffallend, da man den allmählichen Rückgang deutlich verfolgen kann; es macht etwa den Eindruck, als wenn der Waben-inhalt allmählich von den grünen Gerüstwänden aufgesogen würde und so eine gleichmässige, intensiv grüne Masse entstünde. Der Vorgang ist um so eigenthümlicher, als man in denselben Präparaten in der Regel auch Fäden findet, die durch den Druck ganz abweichend verändert wurden, in denen sich nämlich die Structur vortrefflich erhielt, ja deutlicher wurde, während die Farbe der Rindenschicht zu schwachem Gelbgrün verblasste.

Was jedoch am bestimmtesten gegen die selbständige Natur der erwähnten stäbchenartigen Gebilde spricht, ist, dass man in dem herausgepressten Inhalt der Fäden nie eine Spur der Stäbchen findet. — Wie schon oben erwähnt, gelingt es leicht, den Inhalt durch Druck hervorzupressen, wobei die äussere Wand der Fäden an gewissen Stellen platzt und die Querscheidewände gleichzeitig durchrissen werden. Der plasmatische Inhalt der Zellen eines Fadens fliesst dabei zu gemeinsamer Masse zusammen, in der sich häufig noch (namentlich in dem Inhalt nicht ganz ausgepresster Fäden) die grüne Rindenschicht und die farblose Centralkörpermasse unterscheiden lassen. — Dabei ergeben sich nun hinsichtlich der Beschaffenheit des Inhalts einige wichtige Thatsachen. Einmal ist derselbe zähflüssiger Natur und zwar sowohl die Rindenschicht wie der Centralkörper, da man beide häufig aus den geplatzten Fäden noch langsam ausfliessen sieht und wofür andererseits auch der Umstand spricht, dass der Inhalt der Zellen eines Fadens, resp. auch der benachbarter Fäden, zusammenfliesst. Weiterhin erscheint der hervorgepresste Inhalt stets auf das schönste *wabig-faserig*, sowohl Rindenschicht wie Centralkörper. Die Sehönheit dieser Structur übertrifft noch das, was ich früher (1892) bei lebenden Rhizopoden gesehen habe. Die prächtig faserige Beschaffenheit der feinwabigen Structur ist natürlich eine Folge des Drucks und der dadurch in der zähflüssigen wabigen Masse hervorgerufenen Strömungen. Besonders gut ist dies vielfach an der Austritts-

stelle aus dem geplatzten Faden zu sehen, aus welcher sich der Inhalt gewissermassen wie ein Sprudel ergossen hat und ganz das Bild darbietet, wie ich es schon 1885 [1]) (siehe dort Taf. VI, Fig. 10a) für das zähflüssige Plasma gewisser Rhizopoden geschildert habe, bei seinem Durchtritt durch die engen Verbindungsöffnungen benachbarter Kammern. Während, wie gesagt, diese wabig-faserige Structur in dem gesammten hervorgepressten Inhalt gewöhnlich sehr schön wahrzunehmen ist, kommen doch in den noch in den Fäden verbliebenen Inhaltsmassen, speciell in der grünen Rindenschicht, die ja naturgemäss weniger leicht austritt wie die Centralkörpermasse, Stellen vor, die an Deutlichkeit der Structur das hervorgetretene Plasma ungemein übertreffen und namentlich die Verbindungsfädchen der Fasern sowie die Knotenpunkte viel klarer zeigen. Die nebenstehende Reproduction einer derartigen Stelle wird trotz der Mängel, welche der Wiedergabe durch Autotypie anhaften, diese Structurverhältnisse hinreichend erkennen lassen.

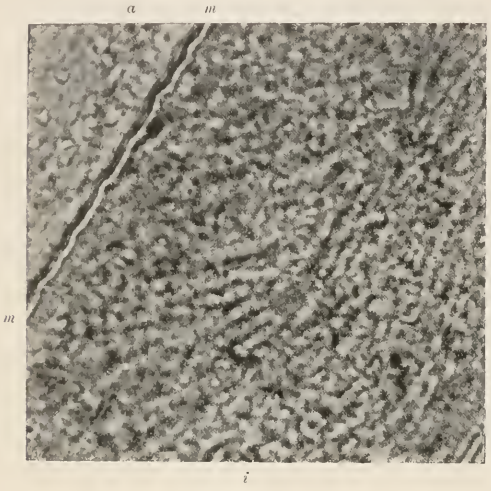


Fig. 3.
Oscillaria princeps Vauch. Theil eines lebenden, bis zum Platzen gepressten Fadens; der grösste Theil des Inhalts ist ausgeströmt und findet sich auch ausserhalb des Fadens, von dessen Membran (*mm*) ein kleines Stück deutlich zu sehen ist. Der im Innern des Fadens verbliebene Inhalt (*i*) besteht aus der grünen Rindenschicht und zeigt die wabig-faserige Structur vortrefflich. Auch der der Membran äusserlich anliegende, ausgetretene Inhalt (*a*) ist wabig structurirt, jedoch weniger deutlich. — Obj. 2 mm. Oc. 8. Vergr. 1730.

Wie gesagt, ist nun in dem ausgetretenen Inhalt nie das Geringste von den stäbchenartigen Gebilden zu sehen, wogegen die Körner der Centralkörpermasse sich völlig intact erhalten. Hieraus, wie aus dem früher Aufgeführten, kann ich nur schliessen, dass die vermeintlichen Stäbchen keine selbstständigen Einlagerungen, sondern nur Theile des wabig-faserigen Gerüstwerkes sind, die als solch' scheinbare Gebilde imponiren.

Beim Pressen der Fäden von *Osc. princeps* erhält man auch häufig einzelne, aus dem Verband gelöste Zellen, welche auf die Breitseite oder

[1]) O. Bütschli, Kleine Beiträge zur Kenntniss einiger mariner Rhizopoden. Morph. Jahrbuch Bd. XI, p. 78 ff.

Grenzfläche gedreht sind, und hat auch in dieser Ansicht trefflich Gelegenheit, sich von dem wabig-faserigen Bau des Inhalts zu überzeugen, wie die nebenstehende Reproduction einer solchen Photographie (Fig. 4) beweist. An dergleichen Zellen, die durch Druck etwas gelitten haben und bei denen daher, in der früher geschilderten Weise, der Centralkörper von der grünen Rindenschicht gut abgegrenzt ist, erscheint letztere häufig sehr deutlich radiärfaserig, der Centralkörper dagegen etwas grobwabig. Man erhält so ganz das Bild, welches Deinega (1891 Fig. 7b u. 9) von mit Pikrinsäure conservirten Zellen dieser Oscillarie gegeben hat, wobei er jedoch den Fehler beging, die im Centralkörper befindliche Structur dem in der Rindenschicht angenommenen netzförmigen Chromatophor zuzuschreiben. Die eben erwähnte Radiärstructur der Rindenschicht, welche nicht etwa einem einfachen Alveolarsaum entspricht, da hierzu die Rindenschicht zu dick ist, halte ich nicht für eine gewöhnlich vorhandene Structur, da sie bei den intacter erscheinenden Zellen (wie Textfigur 4) nicht wahrzunehmen ist. Ich möchte daher eher annehmen, dass sie erst durch eine Zusammenziehung des Centralkörpers hervorgerufen wird, die auf die wabige Structur der Rindenschicht in diesem Sinne verändernd einwirkt.

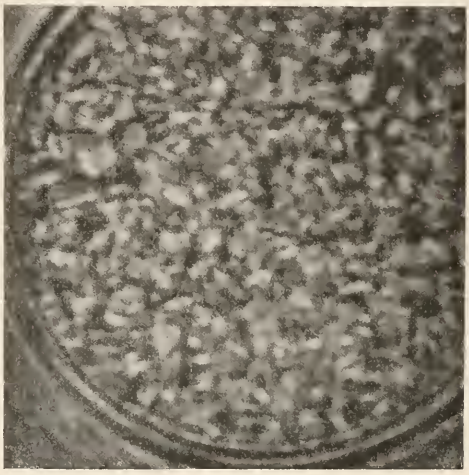


Fig. 4.

Oscillaria princeps Vauch. Lebender Faden, von welchem durch starke Pressung eine der Zellen auf die Breitseite herumgedreht wurde. Nur ein Theil dieser Zelle aufgenommen. Unterschied zwischen Rindenschicht und Centralkörper nicht deutlich, dagegen der gesammte Inhalt durchaus wabig structurirt. Links unten ist unterhalb der Membran ein deutlicher Alveolarsaum zu erkennen. — Obj. 2, Oc. 12. Vergr. 2560.

An der hervorgepressten Rindenschicht ist nun weiterhin sicher zu sehen, dass das wabig-faserige Gerüstwerk grün gefärbt ist, während der Wabeninhalt farblos erscheint. Ich muss mich daher, wie ich auch schon 1890 für *Chromatium* hervorhob, der Ansicht von Nadson (1895 p. 70) anschliessen, dass das Pigment in den Wabenwänden seinen Sitz hat. — Ob dies Pigment jedoch feinkörnig vorhanden oder diffus ist, vermag ich nicht zu sagen. Wenn die Rindenschicht der *Osc. princeps* durch Druck ganz structurlos und gleichmässig grün geworden ist, liess sich in ihr nichts

von feinkörnigem Pigment wahrnehmen; dies scheint eher dafür zu sprechen, dass der Farbstoff in den Wabenwänden diffus vertheilt ist.

Wie schon 1890, bin ich auch jetzt mit Zacharias und Nadson der Ansicht, dass die gesammte gefärbte Rindenschicht der Cyanophyceen dem Chromatophor der höheren Pflanzenzellen zu vergleichen ist[1]). Wenigstens vermag ich weder zwischen der grün gefärbten Rindenschicht und der Zellmembran, noch zwischen ihr und dem Centralkörper eine hyaline ungefärbte Plasmalage wahrzunehmen, wie sie Hieronymus (1892) und Palla (1893) angeben. Der letztere hat dies übrigens gar nicht direct beobachtet, sondern nur als eine Annahme hingestellt, die mir in keiner Weise nöthig erscheint. Hieronymus dagegen musste zu dieser Vorstellung gelangen, da er über den Bau der Rindenschicht sehr eigenthümliche Vorstellungen hat, die sogleich näher erörtert werden sollen.

Hieronymus folgert aus seinen Beobachtungen, die er theils an frischen, theils an in 6 und 10%ige NaCl-Lösung oder allmählich in concentrirte Zuckerlösung übergeführten Oscillarien und anderen Cyanophyceen anstellte, dass die grüne Farbe der Rindenschicht auf der Einlagerung zahlreicher, sehr kleiner grüner Kügelchen beruhe, die er den sogenannten Grana (Arth. Meyer's) der Chromatophoren höherer Pflanzen vergleicht. — Diesen Vergleich lasse ich hier unerörtert, da ich die Bauverhältnisse der Chlorophyllkörper höherer Pflanzen aus eigener Anschauung nicht genügend kenne und weil dieselben wohl auch noch weiterer Aufklärung bedürfen. — Jene grünen Kügelchen seien in fibrillären Zügen aufgereiht, die gewöhnlich steil schraubig zu der Längsaxe der Zellen verlaufen. Aus der weiteren Darstellung scheint mir auch, obgleich keineswegs klar, hervorzugehen, dass Hieronymus thatsächlich eine Art Fibrillen annimmt, in welche diese Grana eingebettet seien; denn er sagt auf p. 475: *„Die Fibrillen und deren Grana"* und ähnlich auf p. 477 *„die in den Fibrillen lagernden Granakerne"*, dagegen ist auf seinen Figuren von diesen Fibrillen nichts zu sehen. 1893 (p. 74), in der Erwiderung auf Zacharias' Kritik, gibt denn Hieronymus auch zu, dass die Fibrillen nur auf Annahme beruhten. Von den grünen Grana heisst es zuerst (p. 475), dass *„es zweifelhaft ist, ob das ganze Granum gefärbt ist, oder nur eine Hülle, welche einen farblosen Kern umgeben würde."* Wenige Zeilen weiter dagegen werden diese

[1]) D. h., wenn nicht etwa richtiger die Chromatophoren der höheren Organismen mit ihren Pyrenoiden dem Gesammtkörper der Cyanophyceen zu vergleichen sind. — Obgleich eine solche Möglichkeit den meisten Biologen paradox erscheinen wird, halte ich es für durchaus berechtigt, diese Frage aufzuwerfen. Ihre Entscheidung in dem einen oder dem andern Sinne wird erst durch weitere und eingehendere Erforschung der Chromatophoren herbeizuführen sein.

Granakerne als etwas ganz Sicheres beschrieben; sie färbten sich mit Jod nicht, während die Hülle darin dunkelbraun werde, sie widerständen ferner Salzsäure, Alkohol, Aether etc., dagegen würden sie von stark verdünnter Kalilauge und concentrirter Schwefelsäure gelöst; es sei daher *„fast zu vermuthen“*, dass die Granakerne aus *Paramylon* beständen. — Um so auffallender muss es, diesen sehr positiven Angaben gegenüber erscheinen, dass auf den Abbildungen gar nichts von diesen Granakernen zu sehen ist.

Natürlich folgert Hieronymus aus seinen Erfahrungen: *„ein Wabenbau, wie ihn Bütschli gesehen hat, ist sicher nicht vorhanden“* und bemüht sich weiterhin, erklärlich zu machen, durch welche Irrthümer ich zu dieser Ansicht verleitet wurde. Er hält es nämlich für möglich, dass ich die farblosen Granakerne für die Wabenräume gehalten habe, denn diese seien sehr stark lichtbrechend und erscheinen daher als farblose[1]) Lücken mit gefärbter Hülle, *„so dass man, wenn die Fibrillen sehr nahe aneinanderliegen und die grün gefärbten Theile der Fibrillen dem Auge verschmelzen, wohl zur Annahme eines Wabenbaues gelangen kann.“* Natürlich, schliesst er ferner, wird sich das Chromatium, obgleich ich es nicht untersuchen konnte, *„wohl kaum anders verhalten, als die von mir untersuchten Phycochromaceen“* (p. 477).

Leider muss ich der Hieronymus'schen Deutung des von mir irrthümlich behaupteten Wabenbaues die Thatsache entgegenhalten, dass ich 1890 bei den lebenden oder ihres Farbstoffs nicht beraubten Cyanophyceen den Wabenbau gar nicht oder doch höchst selten beobachtet habe und dass sich meine damals gegebene Schilderung ausschliesslich auf ihres Farbstoffs beraubte, durch Alkohol oder anderweitig fixirte und präparirte Zellen bezog, die mir zugemuthete Täuschung demnach gar nicht möglich war. Im Gegentheil muss es mir sehr auffallen, dass auf allen Abbildungen, die Hieronymus von fixirten und gehärteten Cyanophyceen gibt, zwischen dem Centralkörper und der Zellmembran stets nur ein weiter leerer Raum angegeben wird und in den Figurenbeschreibungen ständig wiederkehrt: *„Chromatophor weggelassen.“* — Mit der von Hieronymus gegebenen Schilderung des Baues der Rindenschicht stehen nun die Erfahrungen der übrigen Forscher wenig

[1]) Dass *„Farblosigkeit“*, oder, wie wohl richtiger gemeint, grössere Helligkeit, allein nicht zur Annahme starker Brechbarkeit genügt, resp. umgekehrt stark brechbare Elemente nicht naturgemäss farblos oder heller erscheinen müssen, bedürfte eigentlich keiner Erwähnung. Da jedoch diese Angabe häufig wiederkehrt, möge darauf hingewiesen werden. — Ob ein stärker lichtbrechendes Granum unter dem Mikroskop heller oder dunkler wie die Umgebung erscheint, hängt bekanntlich nur von der Einstellung ab und diese vermag auch allein darüber zu entscheiden, ob das betreffende Element stärker oder schwächer lichtbrechend ist wie seine Umgebung.

im Einklang. Grüne punktförmige Körperchen, in farbloser Grundsubstanz eingelagert, scheinen zwar auch Zacharias (Scytonema 1892) und Palla (1893, p. 529) vorhanden zu sein, wodurch die Rindenschicht ein punktirtes Aussehen besitze. Der letztere ist sogar geneigt, diese grünen Körperchen für die winzigen *Chromatophoren* der Cyanophyceen zu halten. Auch die reihenförmige Anordnung dieser Körperchen wurde von Palla häufig gesehen, obgleich seine Abbildungen davon nichts wiedergeben. Er bemerkt jedoch schon, indem er sich gegen die Hieronymus'schen Fibrillen erklärt, mit Recht: *„indessen lässt sich diese Erscheinung ebenso gut erklären aus dem Vorhandensein eines Wabengerüstes, in dessen Knotenpunkten die Farbstoffträger"* (d. h. die grünen Körperchen) *„liegen"*. Hiermit nähern wir uns denn auch der Deutung, welche ich den Hieronymus'schen Angaben geben muss. Meiner Auffassung entsprechend, sind die von ihm, wie die von den übrigen Forschern angegebenen grünen Grana der Rindenschicht nichts anderes, wie die Knotenpunkte des grünen Wabengerüstes der Rindenschicht, das, wie wir ja schon fanden, häufig oberflächlich längsfaserig-wabig ist. Dass es auch hie und da schief-fibrillär verlaufen mag, dürften wir gerade aus Hieronymus' Angaben erschliessen. Es wiederholt sich hier der von den Structurverhältnissen des Plasmas bekannte Fall, dass die Wabenstructur bei schwächerer Vergrösserung, resp. ungenügender Untersuchung, als eine granuläre erscheint, da nur die Knotenpunkte wahrgenommen werden. Ich lasse dabei unentschieden, ob der Farbstoff in dem Wabengerüst in Form feinster Körnchen enthalten ist oder diffus, obgleich ich, wie oben schon bemerkt, der letzteren Auffassung einstweilen zuneige. — Die Angaben von Hieronymus über die sog. *Granakerne* dagegen erachte ich für hinfällig, ja sein letztcitirter Passus lässt es mir sogar möglich erscheinen, dass sich die Angaben hierüber auf die Wabenräume der Rindenschicht beziehen. — Ebenso schliesse ich mich gegenüber Hieronymus, der behauptet, dass der blaue Farbstoff oder das sog. *Phycocyan „in dem Zellsaft"* der Cyanophyceen gelöst sei, völlig an Zacharias und Palla an, nach denen von einer solchen örtlichen Sonderung der beiden Farbstoffe keine Rede sein kann. Ich muss dies um so mehr thun, als bei Hieronymus jede Angabe darüber fehlt, was er unter dem Zellsaft der Cyanophyceen versteht. Was er 1893 (p. 75) über diesen Zellsaft der Oscillarien sagt, macht denselben nicht im Geringsten verständlicher, erweckt dagegen den sehr begründeten Verdacht, dass er vielfach den farblosen Centralkörper für eine ansehnliche Zellsaftvacuole gehalten hat.

Bevor ich zur Besprechung des Centralkörpers übergehe, verweise ich zur näheren Erläuterung des 1890 von mir geschilderten Wabenbaues

der Rindenschicht der Oscillarien und Schwefelbacterien, sowie der sich letzteren anschliessenden anderen Bacterienformen auf die dieser Arbeit beigegebenen Photographien und Lithographien, die Alles, was ich 1890 etwas schematisch dargestellt habe, naturgetreu wiederholen. Dabei dürfte es sich doch empfehlen, auf die eine oder andere Figur ein wenig näher einzugehen.

Die auf Taf. 2 Fig. 30—33 und 39—41 wiedergegebenen optischen Längsdurchschnitte von *Oscillarien* und *Beggiatoen* bedürfen kaum besonderer Erläuterung, wogegen ich auf die Figur 36 besonders verweise, die eine Oscillarienzelle (gefärbtes Präparat) von der Breitseite darstellt und den etwas unregelmässigen Centralkörper, sowie die fast durchweg einwabige Rindenschicht sehr kenntlich zeigt. — Ebenso ist die einwabige Rindenschicht deutlich zu erkennen auf den Photographien von *Ophidomonas* (Fig. 6—8 Taf. 1); auf Fig. 7 ist der Querschnitt eines solchen Schwefelbacteriums photographirt, der gleichfalls die radiäre Rindenschicht streckenweise deutlich zeigt, wenn auch keineswegs so klar wie der Querschnitt von *Chromatium* (Fig. 5) und der oben erwähnten Oscillarie (Fig. 36). Sehr schön tritt auf den Photographien die einwabige Rindenschicht des *Bacterium lineola* (Fig. 10—12) hervor, und ganz entsprechend erscheint sie bei der Fig. 18 dargestellten Zelle von *Crenothrix*. Dagegen ist auf den optischen Querschnitten von *Bacter. lineola* (Fig. 13—14) der Gegensatz zwischen Centralkörper und Rindenschicht zwar sehr klar, die radiärwabige Structur der Rindenschicht jedoch nur angedeutet. Als weiteres Beispiel der einwabigen Rindenschicht verweise ich auf die Fig. 38, Taf. II wiedergegebene Photographie einer *Spirulina*, deren Vergrösserung leider etwas zu gering ist und auf welcher auch der Gegensatz der Färbung zwischen Centralkörper und Rindenschicht fehlt, wesshalb ich damit die Fig. 2, Taf. V zu vergleichen bitte, welche denselben Faden naturgetreu wiedergibt.

Besonders interessant erscheint ferner die Photographie (Taf. II, Fig. 29) der merkwürdigen *Spirochaete serpens* Ehb., die ich schon 1890 (Fig. 10) abgebildet habe, ohne damals zu wagen, die Wabenstructur der Rindenschicht, die ich schon in Andeutung gesehen hatte, einzutragen. Die Photographie zeigt diesen Wabenbau in aller Deutlichkeit und gleichzeitig, dass die Rindenschicht hier den fadenförmigen, schwach schraubig gewundenen Centralkörper nicht allseitig gleichmässig umhüllt, sondern, wie dies schon 1890 gezeichnet wurde, sich schraubenförmig um den Centralkörperfaden herumwindet, eine Erscheinung, die in derselben Weise auch bei der oben erwähnten *Spirulina* (s. Fig. 2 Taf. V) wiederkehrt und auf den im Princip übereinstimmenden Bau dieser beiden Organismen hinweist.

BIOLOGICAL LABO
WOODS HOLE

Endlich muss ich noch zweier sehr kleiner Organismen gedenken, die ich leider bis jetzt nicht lebend beobachtet habe, von denen ich jedoch Grund habe anzunehmen, dass sie kleine *Schwefelbacterien* sind. Der kleinere dieser Organismen (Taf. I Fig. 15) findet sich in verhältnissmässig grosser Zahl in einem Präparat mit *Chromatium vinosum*, von dem sich auch auf der Photographie ein Exemplar oben rechts findet. Es sind fast stets mehr oder weniger zahlreiche Individuen zu flachen Häufchen vereinigt, die, wie man vielfach bemerkt, durch Theilung hervorgegangen sind. Obgleich natürlich eine sichere Bestimmung dieses Organismus unter den vorliegenden Umständen nicht möglich ist, so erinnert er mich doch am meisten an den von Winogradsky (1888) geschilderten *Thiopolycoccus ruber* (s. dort p. 79 u. Taf. IV Fig. 16—18), dessen Zellen nach Winogradsky 1—2 μ Dm. besitzen sollen, während die hier abgebildeten 1,9 μ im Dm. haben. — Die Photographie der vier vorliegenden kleinen Zellen zeigt nun die radiärwabige ungefärbte Rindenschicht so klar wie möglich, während der durch Haematoxylin deutlich roth gefärbte Centralkörper, soweit sichtlich, nur eine einzige Wabe darstellt.

Der grössere Organismus (Taf. I Fig. 16) fand sich in mässiger Zahl in einem Präparat mit Beggiatoa und erinnert, soweit ein Urtheil erlaubt ist, am meisten an die *Thiocystis violacea* Winogr. (s. dort p. 65 u. Taf. II, Fig. 1—7), deren Zellen nach Winogradsky 2,7—5,2 μ Dm. haben, während das hier photographirte Exemplar 4,4 μ misst. — Dieser Organismus unterscheidet sich von dem der Fig. 13 nur durch seine bedeutendere Grösse und die dadurch bedingte Zusammensetzung des Centralkörpers aus mehreren Waben. Auch bei dieser Form war der Centralkörper durch Haematoxylin schwach, jedoch deutlich roth gefärbt. Da mir daran liegt, zu zeigen, dass das direct vom Auge gesehene und aufgezeichnete mikroskopische Bild mit dem Ergebniss der photographischen Aufnahme in allen wesentlichen Punkten identisch ist, so wurde der auf Fig. 16 photographirte Organismus zuerst aufgezeichnet; diese Zeichnung ist in Fig. 11 auf Taf. IV unverändert wiedergegeben und lässt diese Uebereinstimmung klar erkennen. Dass sie eine absolute ist, lässt sich nicht erwarten, da eine vollkommene Gleichheit der Einstellung in beiden Fällen nicht zu erzielen ist und bei der Herstellung einer mikroskopischen Zeichnung ja stets die benachbarten Einstellungen etwas berücksichtigt werden, wenn dies nicht absichtlich vermieden wird, was hier nicht der Fall war.

Austritt des Farbstoffs. Bei Verdauungsversuchen mit *Chromatium* und *Oscillarien* habe ich mehrfach ein eigenthümliches Austreten des Farbstoffs beobachtet. Die Oscillarien waren durch kochendes Wasser getödtet und darauf in künstlichem Magensaft 48 Stunden bei 38° C. verdaut worden;

die Chromatien hingegen lebend in den Magensaft gebracht und bei derselben Temperatur 36 St. der Verdauung unterworfen worden. In beiden Fällen war der Farbstoff in Gestalt schlingenartiger Fäden oder kleiner Klümpchen aus der Rindenschicht nach aussen getreten. Bei den Oscillarien fand sich der ausgetretene gelbbraune Farbstoff zwischen der Zellmembran und dem etwas contrahirten Weichkörper, diesem aufliegend (s. Taf. IV Fig. 10); bei *Chromatium* dagegen hatte er die Hülle durchsetzt und lag dieser in ziegelrothen Tröpfchen oder Fädchen auf (Fig. 9 Taf. III). Dieselbe Erscheinung trat auch bei Chromatien auf, welche direct in 10% Soda-Lösung gebracht und darin 36 St. bei 38° C. gehalten wurden. Die Rindenschicht war nach dem Austritt des Farbstoffs natürlich farblos geworden. Eine specifische Wirkung der Verdauungsflüssigkeit dürfte daher wohl nicht vorliegen, eher ein Einfluss der höheren Temperatur, wovon bei dem Austritt des Schwefels aus den Schwefelbacterien noch die Rede sein wird.

Eine ähnliche Beobachtung erwähnt Hieronymus, der bei den *Oscillarien* und *Chroococcaceen* wiederholt grüne bis bräunliche und schwärzliche, tropfenartige bis traubige Massen sowohl in dem Weichkörper der Zellen als zwischen diesem und der Zellenmembran fand. Der Zellkörper war dann bisweilen deutlich contrahirt. Für die Cyanophyceen bin ich überzeugt, dass diese Angaben von Hieronymus sich ebenfalls auf den Austritt des Farbstoffes, resp. auf dessen Zusammenballung in der Zelle beziehen. Die von Hieronymus geäusserte Vermuthung, dass die erwähnten Massen aus den sog. *Cyanophycinkörnern* der Oscillarien hervorgingen, halte ich für ganz unannehmbar, wie ich andererseits auch überzeugt bin, dass ein solcher Austritt des Farbstoffes nur nach dem Tode der Zellen stattfindet. Für die Oscillarien scheint es mir ferner sehr wahrscheinlich, dass in den obigen Fällen der ausgetretene gelbbraune Farbstoff aus dem Chlorophyll der Rindenschicht entstammte. — Ich erinnere in dieser Beziehung auch an die Ergebnisse Pringsheim's[1]) über die sog. *Hypochlorinbildungen*, die namentlich bei längerer Einwirkung von Salzsäure auf die Chlorophyllkörner in Form ganz entsprechender brauner Fäden, Klümpchen etc. auftreten und die wohl mit den hier geschilderten Erscheinungen bei Cyanophyceen und Schwefelbacterien im Wesentlichen übereinstimmen.

4. Der feinere Bau des Centralkörpers

wurde von mir 1890 als ein wabiger oder wabig-faseriger geschildert. Zur Erläuterung und zum Beleg dieser Angabe weise ich auf die dieser

[1]) Pringsheim, N., Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunction in der Pflanze. Jahrbüch. f. wiss. Botanik. Bd. XII. 1879–81. p. 288 ff.

Mittheilung beigegebenen Tafeln, doch ist selbstverständlich die Structur auf den Photographien nicht überall gleich deutlich. — Natürlich fragt es sich bezüglich des Centralkörpers ebenfalls, ob die auf den Präparaten deutliche Wabenstructur auch im Leben vorhanden ist. In dieser Hinsicht erinnere ich zunächst an die auf p. 15 abgebildete kleine blaugrüne Cyanophycee, deren sehr einfacher, aus einer Reihe von Waben bestehender Centralkörper den Bau im Leben ganz klar zeigt. Wir begegnen hier im Wesentlichen dem einfachen Bau, den ich schon 1890 nach Präparaten bei *Bacter. lineola* und einer feinfädigen Oscillarie aus Süsswasser (siehe dort Fig. 14) schilderte und der auf den jetzt vorgelegten

Fig. 5.

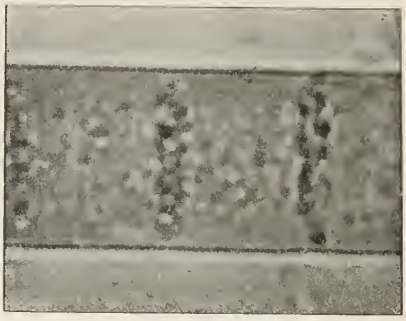


Fig. 6.

Phormidium Reetzii Gom. (5) und *Oscillaria irrigua* Kütz (6). Kleine Partien lebender Fäden. In beiden treten die Centralkörper deutlich hervor, doch ist deren Abgrenzung in dem Faden von *Phormidium* deutlicher zu sehen, wie an jenem der Oscillaria. In beiden erkennt man dagegen die wabige Structur des Centralkörpers nebst eingelagerten Körnchen. — In den Zellen der *Oscillaria irrigua* findet sich, jederseits den Scheidewänden anliegend, eine Reihe sog. Reservekörner, wogegen solche Körner bei *Phormidium* völlig fehlen. — Bei *Oscillaria irrigua* lässt auch die Rindenschicht Andeutungen der wabigen Structur erkennen. Beide Figuren optische Längsschnitte. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Tafeln für *Bacter. lineola* (Fig. 10—12) und Crenothrix (Fig. 18) photographisch illustrirt wird.

Schon 1890 (p. 18) bemerkte ich, dass der Wabenbau des Centralkörpers der Oscillarien auch im Leben wahrzunehmen sei und eine ähnliche Ansicht hat Zacharias (1890) insofern ausgesprochen, als er hervorhob (p. 5), dass *„im Centralkörper in günstigen Fällen mehrfach gerüstartige oder granulirte Bildungen erkannt werden konnten“* und dies auch auf seinen Figuren andeutet. — In jüngster Zeit habe ich die beiden mir von Herrn Dr. Stockmayer freundlichst übersendeten Formen: *Oscillaria irrigua* Kütz. und *Phormidium Reetzii* Gom. in dieser Hinsicht wieder studirt und fand bei ihnen den Centralkörper im Leben recht deutlich

wabig, wie dies auf den vorstehenden Reproductionen von Photographien lebender Exemplare zu erkennen ist. Stockmayer (1895) hat schon hervorgehoben, dass er den wabigen Bau bei *Phormidium Reetzii* und *subfuscum* Kütz. im Leben erkannt habe (p. 1054). Weiterhin wurde oben schon ausgeführt, dass ich bei *Oscillaria princeps* den gesammten Inhalt deutlich wabig-faserig finde und dass namentlich auch am herausgepressten Inhalt die Wabenstructur vollkommen klar zu beobachten ist. (Siehe auch die Photographie auf p. 20.)

Demnach dürfte es sicher begründet erscheinen, dass die Structur des Centralkörpers im Leben existirt.

Nadson (1895) hat meine Schilderung von dem Wabenbau des Centralkörpers bestätigt. Dagegen kann ich seiner Ansicht über die Deutung und Auffassung des Wabenbaues im Protoplast der Cyanophyceen, und der plasmatischen Substanzen wohl überhaupt, nicht zustimmen. Er sagt darüber p. 70: *„Der Wabenbau des Protoplastes erweist sich als das Resultat von Differenzirung intra vitam seiner Masse selbst. Wie die Waben, so auch ihr Inhalt sind protoplasmatische Substanzen und nach Verfassers Dafürhalten, unterscheidet sich der Inhalt der Waben von ihnen selbst eher durch physische als durch chemische Kennzeichen“*. Da mir leider nur das deutsch geschriebene Resumé dieser Arbeit zugänglich ist, so vermag ich die Begründung, welche Nadson diesem Ausspruch gibt, nicht einzusehen. — Soweit meine Erfahrungen reichen, muss ich demselben jedoch widersprechen, da, abgesehen von allem anderen, die Unterschiede in der Lichtbrechung und der Tinctionsfähigkeit zwischen Wabengerüst und Inhalt so gross sind, dass es sich jedenfalls im Wabeninhalt um eine wässerige Flüssigkeit handelt. Doch ist hier nicht der Ort, diese allgemeinere Frage eingehender zu behandeln.

Gegenüber den obigen Erfahrungen fällt es sehr auf, dass Palla (1893) die wabige Structur des Centralkörpers durchaus leugnet. Weder in lebenden noch präparirten Cyanophyceen hat er jemals etwas davon gesehen. Ich muss offen gestehen, dass ich mir dieses Resultat ebensowenig zu erklären vermag, wie die später zu besprechenden Angaben Palla's über die Lage der sog. rothen Körner. Ich kann mir seinen Misserfolg vielleicht nur dadurch deuten, dass er, wie es scheint, seine gefärbten Präparate ausschliesslich in Glycerin untersuchte und bei dieser ungenügenden Aufhellung die Wabenstructur des Centralkörpers nicht klar wurde. Auch scheint der optische Apparat, der zu seiner Verfügung stand (Homog. Imm. II, Hartnack), nicht ausreichend gewesen zu sein. — Palla's Versuch, den Irrthum aufzudecken, der mich zu der Annahme eines Wabenbaues im Centralkörper verleitet habe, halte ich für ganz missglückt. Auf p. 534

bemerkt er nämlich: *„Der Centralkörper ist, wie etwa eine Vacuolenwand, ein in sich geschlossenes Ganze und wird von einem Plasma umgeben, das wahrscheinlich öfters z. Th. in Form von Strängen ausgebildet sein mag, in welchen dann die Schleimkugeln“* (d. h. die rothen Körnchen) *„vorkommen“*, und in Anm. wird zugesetzt: *„ein solches Plasmanetz dürfte Bütschli veranlasst haben, auch dem Centralkörper einen wabigen Bau zuzuschreiben“*. Leider hat nun aber Palla ein solches Plasmanetz selbst nie gesehen, wenigstens bemerkt er p. 527 bestimmt: *„Mit Haematoxylin sich roth färbende Körner im Inneren des Centralkörpers habe ich gleichfalls vergeblich gesucht. Allerdings erhielt ich ganz ähnliche Bilder des Centralkörpers, wie solche beispielsweise in Bütschli's Fig. 12a und 13a zu finden sind, wenn man von der Eintragung der Wabenzeichnung absieht; allein die Körnchen waren, wie ich mich genau überzeugen konnte, nie im Inneren des Centralkörpers, sondern stets demselben von aussen aufsitzend“*. Diese Citate dürften erweisen, dass Palla sehr eigenthümliche Vorstellungen von dem Centralkörper besitzt. Schon der oben erwähnte, etwas unverständliche Vergleich, dass der Centralkörper ein in sich abgeschlossenes Ganze *„wie eine Vacuolenwand“* sei, scheint darauf hinzudeuten, dass er demselben einen vacuolenartigen Charakter zuschreibt, wie ja auch *„ein Gebilde mit dünner Umgrenzungsmembran und anscheinend homogenem Inhalt“* (p. 554), welches das Centrum der Zelle erfüllt, erscheinen müsste. Ein solches Gebilde nun, das auf dem optischen Längsschnitt der Zelle wie ein structurloser leerer Raum, rings von den rothen Körnchen umhüllt, erscheinen müsste, zu übersehen, hiesse mir doch etwas zu viel zugemuthet; wobei ich noch besonders darauf hinweise, dass die von mir 1890 gegebenen Figuren zur Erläuterung des Baues des Centralkörpers sämmtlich optische Durchschnitte darstellen, ebenso wie die Mehrzahl der Figuren, welche diese Mittheilung begleiten. Und gerade bei einem Oscillarienfaden ist es doch leicht sich zu versichern, dass man einen richtigen optischen Durchschnitt vor sich hat, da man nur die Zellmembran scharf im Durchschnitt einzustellen braucht, um dessen gewiss zu sein.

Ich muss daher die Vermuthung Palla's, dass mich ein oberflächlich auf dem homogenen Centralkörper gelegenes Plasmanetz getäuscht habe, auf das Entschiedenste abweisen und kann nur meinerseits aussprechen, dass Palla sich über die feinere mikroskopische Untersuchung bei verschiedener Einstellung unklar geblieben ist. — Dies folgt denn auch aus seinen oben schon z. Th. citirten Angaben über die Lage der durch Haematoxylin roth tingirten Körner zu dem Centralkörper.

Hinsichtlich dieser Körner habe ich seiner Zeit bemerkt, dass sie sich hauptsächlich in dem Centralkörper finden, jedoch vorwiegend in

seiner peripherischen Region, dagegen selten und vereinzelt in der Rindenschicht. Sie liegen stets in den Knotenpunkten des Wabenwerkes des Centralkörpers und bei oberflächlicher Lage springen sie auch häufig etwas über denselben in die Rindenschicht vor. Zu denselben Resultaten gelangten Schewiakoff für *Achromatium* und Nadson für zahlreiche *Cyanophyceen*. — Gerade diese Körner haben jedoch anderen Beobachtern grosse Schwierigkeiten bereitet und daher zu bedenklichen Verwirrungen geführt. — Einmal erklärten einige Beobachter sämmtliche körnigen Einschlüsse der Cyanophyceenzelle ohne Bedenken für ein und dasselbe, sowohl die in der Rindenschicht sehr häufigen sog. *Reservekörner* (wie ich sie hier mit Nadson nennen will, obgleich ich diesen Namen nicht für sehr zweckmässig halte), als auch die oben erwähnten des Centralkörpers. Diese irrige Anschauung wurde hauptsächlich vertreten von Deinega, Zukal, Hieronymus und Marx; auch Stoekmayer scheint, soweit sich nach seiner kurzen Mittheilung urtheilen lässt, Aehnliches anzunehmen. — Ich wies nun schon 1890 darauf hin, dass diese beiden Körnerarten verschieden sind und meiner Auffassung schlossen sich dann Zacharias, Palla und Nadson an.

Indem auf die sog. Reservekörner erst später eingegangen werden soll, verweilen wir zuerst bei den rothen Körnern (*Schleimkugeln* Palla nach dem Vorgang von Schmitz, *Chromatinkörner* Nadson nach meinem Vorgang). Dass diese, mit Delafield'schem Haematoxylin bei sorgfältiger und gelungener Färbung sich rothviolett tingirenden Körner vorwiegend im Centralkörper ihren Sitz haben, muss ich durchaus aufrecht erhalten. — Genaues Studium gelungener Präparate, bei sorgfältiger Einstellung auf den optischen Längsschnitt, lässt hierüber keinen Zweifel. Man wird sich dann überzeugen, dass im Innern des Centralkörpers in den Knotenpunkten seines Maschengerüstes derartige Körner eingelagert sind; wenngleich sie, wie gesagt, mit Vorliebe in den äussersten Knotenpunkten liegen und daher bei bedeutenderer Grösse über die Oberfläche des Centralkörpers häufig etwas vorspringen. Schon das Studium der lebenden Oscillarien liefert hiefür ausreichende Beweise, da man die Körner in dem farblosen Centralkörper häufig ganz deutlich sieht und sich bei scharfer Einstellung auf den optischen Längsschnitt überzeugt, dass sie bis tief in den Centralkörper und durch diesen hindurch sich erstrecken. Bei so ansehnlichen Formen wie die *Osc. princeps* ist diese Thatsache nicht dem gelindesten Zweifel unterworfen. Wenn hier, wie oben geschildert wurde, durch Druck die Rindenschicht ganz structurlos geworden ist und sich von dem farblosen Centralkörper deutlich abgrenzt, bemerkt man auf das Bestimmteste, dass der letztere von den Körnern ganz durchsetzt ist. Dies

ist hier um so schärfer zu beobachten, als dieser Oscillarie die sog. Reservekörner der Rindenschicht ganz fehlen, oder, wenn vorhanden, doch äusserst klein sein müssen, was ich zunächst nicht entscheiden will. — Bei genauer Untersuchung des optischen Längsschnitts wird man nur selten ein Korn über die Oberfläche des Centralkörpers in die Rindenschicht ein wenig vorspringen sehen. Mit der vorgetragenen Ansicht über die Lage der Körner im Centralkörper der *Osc. princeps* stimmen auch die Abbildungen, welche Deinega von Präparaten dieser Oscillarie gibt, deren Körner mit Pikrokarmin gefärbt waren (Fig. 15 und 16. Taf. XII), vollkommen überein. Auch das Auspressen des Inhalts lehrt ganz bestimmt, dass die Körner in der Centralkörpermasse liegen.

Die Grösse der Körner ist bei Osc. princeps wie bei den übrigen Oscillarien sehr verschieden und es finden sich zuweilen recht ansehnliche. Bei den kleineren Oscillarien ist dies häufig noch auffallender und die von Zacharias und Späteren angegebenen nucleolenartigen Gebilde im Centralkörper sind jedenfalls nur relativ grosse und daher besonders auffallende solche Körner.

Schon bei der Untersuchung lebender Oscillarien, welche die beiden Körnerarten gleichzeitig enthalten, kann man sich überzeugen, dass die Reservekörner, welche in der Regel den Querscheidewänden jederseits in einer Schicht anliegen, von den rothen Körnern des Centralkörpers verschieden sind, da die ersteren viel glänzender sind, die letzteren hingegen matter und daher jedenfalls weniger stark lichtbrechend.

Wie gesagt, hat gerade die Frage nach diesen Körnern des Centralkörpers mancherlei Verwirrung erfahren. — Auffallend ist schon, dass Zacharias (1890, p. 12) hervorhebt, dass im „*Centraltheil niemals körnige Einschlüsse verbreitet sind*“. Darauf wollte Palla gefunden haben, wie dies oben schon besprochen wurde, dass die rothen Körner niemals im Centralkörper sich finden, sondern demselben äusserlich aufgelagert seien. Neuerdings hat sich ihm Stockmayer (1895) angeschlossen. Gegenüber dieser Meinung, die mit meinen Erfahrungen durchaus im Widerspruch steht, betone ich, ausser dem schon oben Bemerkten, noch, dass der Nachweis einer solchen Lagerung der Körner doch nur auf dem optischen oder wirklichen Durchschnitt scharf zu führen ist. Auf den Abbildungen Palla's, die, wenn man die Schärfe der gezeichneten Zellmembran berücksichtigt, doch optische Durchschnitte darstellen dürften, vermisse ich jedoch irgend ein Bild, welches die Lage der Körner im Umkreis des Centralkörpers zeigte, vielmehr sind sie stets in den Centralkörper gezeichnet, während man doch wenigstens bei den grösseren Formen das körnerlose Innere des Centralkörpers bei scharfer Einstellung auf den optischen Durchschnitt deutlich wahrnehmen müsste.

Ganz eigenthümliche Ansichten über den Centralkörper hat Hieronymus (1893) geäussert, über die hier nur kurz das Hauptsächlichste mitgetheilt werden kann. Nach seiner Ansicht besteht der Centralkörper wahrscheinlich aus einem *einzigen, vielfach verschlungenen Faden*, in welchen zahlreiche sogenannte *Kyanophycinkörner*, die sich mit Essigsäurekarmin stark färben, eingelagert sind. Dieser Faden bildet in jugendlichen Zellen einen in sich geschlossenen, scharf umschriebenen Knäuel, der einem gewöhnlichen Zellkern sehr ähnlich ist; später lockert sich jedoch der Knäuel und der Faden breitet sich, sammt den Kyanophycinkörnern, durch den ganzen Zellinhalt bis zur Membran aus, dringt also in die Rindenschicht ein. Hieronymus leugnet demnach eigentlich eine scharfe Abgrenzung des Centralkörpers, die nach ihm nur in den jugendlichsten Zellen existiren soll. — Diese Anschauung beruht nun einerseits jedenfalls darauf, dass er, wie schon Zacharias (1893) sehr richtig betont hat, die Körner des Centralkörpers und die sog. Reservekörner der Rindenschicht nicht unterschied. Dazu gesellt sich weiterhin ungenügende Färbung des Centralkörpers, dessen Gerüstsubstanz auf seinen Präparaten nicht gefärbt sein muss, so dass nur die Körner beobachtet, dagegen übersehen wurde, dass auch die Gerüstsubstanz des Centralkörpers sich bei richtiger Hämatoxylinfärbung deutlich und bestimmt blau färbt, während die Rindenschicht farblos oder doch viel blässer erscheint. Hieronymus hat denn auch, ebensowenig wie von dem Gerüstwerk der Rindenschicht, etwas von dem des Centralkörpers gesehen, was auch davon herrühren dürfte, dass er vermuthlich mit sehr intensiver Beleuchtung untersuchte, wesshalb nur die Farbenbilder zur Wahrnehmung gelangten. Was er über den Faden berichtet, der die Körner des Centralkörpers verbinden soll, ist gewiss mehr wie unsicher, denn dieser Faden wird nur auf wenigen Figuren angedeutet und erscheint dort zweifellos ganz schematisch; auf der Mehrzahl der Abbildungen dagegen ist von diesem Faden überhaupt nichts zu sehen, sondern nur eine reihenweise Anordnung der Körner, die sich natürlich mit meiner Ansicht von dem Bau des Centralkörpers ebenso gut verträgt wie mit der seinigen. Ich bin daher auch mit Zacharias der Ansicht, dass Hieronymus in den meisten Fällen Fäden, welche die Körner des Centralkörpers verbinden, ebensowenig gesehen hat, wie solche zwischen den sog. Grana der Rindenschicht, obgleich ja die unvollständige Beobachtung des Centralkörpergerüstes leicht zu der Vorstellung solcher Fäden führen kann; namentlich dann, wenn das Gerüstwerk des Centralkörpers einen wabig-faserigen Bau besitzt, wie es wenigstens bei *Chromatium* zuweilen sehr deutlich ist (s. die Figg. 6 und 7 Taf. III).

Wie gesagt, muss ich aus den aufgezählten Gründen die Hieronymus'sche Schilderung des Centralkörpers für unrichtig erklären.

Mit diesen eben zurückgewiesenen Ansichten haben die von Mitrophanow (1893) dargelegten mancherlei Verwandtes, obgleich sie in gewisser Hinsicht fast noch mehr mit der ursprünglich von Ernst (1889) und später von Zukal (1891) gemachten Annahme übereinstimmen, dass die stark färbbaren Körner der Oscillarien die Kerne selbst seien. Dabei ist jedoch zu beachten, dass weder Ernst noch Zukal das Vorkommen zweier verschiedener Körnerarten bei den Oscillarien erkannten. Mitrophanow's Untersuchungen beziehen sich speziell auf die grösseren Schwefelbacterien (*Chromatium*, *Rhabdochromatium*, *Ophidomonas* und *Beggiatoa*), von denen auch ich ausgegangen bin.

Es ist schwierig, die Ansichten des russischen Forschers über den Centralkörper der Chromatien und Verwandten kurz anzugeben, da sich der Autor, wenigstens für mein Verständniss, keineswegs sehr klar ausspricht. Eigentlich muss man sagen, dass er einen Centralkörper in meinem Sinne leugnet, d. h. als ein von der Rindenschicht bestimmt geschiedenes und aus einer anderen Substanz bestehendes Gebilde. Zwar hat er sowohl bei *Chromatium* wie bei *Ophidomonas* Zustände gesehen, die den von mir beschriebenen recht ähnlich sind, er glaubt dieselben jedoch einmal anders interpretiren zu müssen und hält sie andererseits nicht für die gewöhnlichen, sondern eher für Ausnahmsformen. Auf p. 21 bemerkt Mitrophanow über den Kern des *Chromatium okenii*: „*Il y a donc dans la vie des organismes en question des moments, quand le noyau se réunit en une seule formation, quand il se divise en plusieurs parties, primitivement unies et ensuite séparées; il peut donc exister aussi un tel moment quand la substance nucléolaire se divise en un grand nombre de petites parties, lesquelles, s'étant disposées d'une manière plus ou moins égale dans le corps de l'exemplaire, lui donneront le caractère que nous observons sur la figure 17.*“ Diese Abbildung ist nun eine, welche die von mir angegebenen Verhältnisse ziemlich gut zeigt; davon abgesehen, dass die Farbenunterschiede zwischen der eigentlichen Substanz oder dem Gerüstwerk des Centralkörpers und den darin eingeschlossenen rothen Körnern nicht hervortreten, was, wie es scheint, überhaupt nie recht zur Beobachtung gelangte und daher auch zu der eigenthümlichen Auffassung Mitrophanow's wesentlich beigetragen hat.

Hiermit stimmt überein, dass Mitrophanow (p. 39) bemerkt: „*Les grains de chromatine (d. h. die rothen Körner) peuvent manquer . . ils ne présentent donc pas une partie constitutive essentielle du noyau.*“ Auch ich habe gelegentlich die rothen Körner bei *Chromatien* ganz vermisst,

wie ich schon 1890 ausführlicher mittheilte (pag. 12—13), jedoch dort auch die Gründe dargelegt, wesshalb ich aus diesen Misserfolgen der Färbung nicht geneigt bin, auf die gänzliche Abwesenheit der Körner zu schliessen, sondern eher annehmen möchte, dass sie in solchen Exemplaren aus irgend welchen schwer controlirbaren Bedingungen sich der differenten Färbung entzogen. — Ganz ebensolche Resultate erhielt ich auch bei den Oscillarien und anderen Bacterien; speciell die Beggiatoen liessen nur verhältnissmässig selten die rothen Körner im Centralkörper scharf different gefärbt hervortreten; doch bin ich gerade desshalb geneigt anzunehmen, dass sie in den übrigen Fällen keineswegs fehlen, sondern dass sie sich nur bei sehr exacter, vorsichtiger und namentlich nicht zu intensiver Färbung scharf differenziren.

Soweit ich Mitrophanow verstehe, muss ich annehmen, dass er die rothen Körner für ansehnlichere Massen von *dem*, was in dem obigen Citat als *„substance nucléolaire“* bezeichnet ist, hält; wenigstens werden auch bei *Beggiatoa*, *Crenothrix* und *Cladothrix* diese Körner *„substance nucléolaire“* genannt. — Aus dem obigen Citat, sowie den sonstigen Ausführungen, die genauer aufzuzählen zu viel Raum beanspruchen würde, dürfte wohl hervorgehen, dass Mitrophanow die stärkere Färbung der gesammten Centralkörpermasse, welche sich auch bei dem von ihm oben herangezogenen Exemplar findet, auf die Einlagerung fein vertheilter derartiger Nucleolarsubstanz (d. h. also wohl sehr kleiner rother Körnchen) in der nach ihm durchaus gleichmässigen und alveolär structurirten Plasmamasse des Körpers zurückführt. — Eine farblose Rindenschicht, wie sie das oben unter Fig. 17 citirte Exemplar zeigte, ist jedoch nach Mitrophanow (pag, 21 u. 25) keineswegs stets vorhanden, und ebenso fehle eine scharfe Grenze zwischen dieser Rindenschicht, wenn sie überhaupt angedeutet sei, und dem Centralkörper. In dem ersteren Falle sei die sog. Nucleolarsubstanz gleichmässig durch den gesammten Körper verbreitet.

Nach meinen Erfahrungen muss ich mich gegen diese letztere Deutung bestimmt aussprechen. — Den Unterschied zwischen der Rindenschicht und dem Centralkörper habe ich auf allen gelungenen Präparaten stets deutlich und bestimmt beobachtet. Ueberfärbte oder sonst misslungene Präparate zeigen diese Differenz natürlich ebensowenig, als solche Präparate bei höheren Organismen die Kerne distinct erkennen lassen. — Im Anfang meiner Untersuchungen über Chromatium habe ich zahlreiche Haematoxylin-Präparate durchgesehen, die einer meiner Schüler angefertigt hatte und auf welchen der Farbenunterschied zwischen Centralkörper und Rindenschicht ebensowenig zu erkennen war als eine besondere Fär-

bung der rothen Körner in dem Centralkörper. Von mir später hergestellte Präparate, mit sorgfältiger Controle der Färbung unter dem Mikroskop, ergaben erst die charaeteristischen Resultate; wobei jedoch, wie Jedem in ähnlichen Fällen aus eigener Erfahrung genügend bekannt ist, häufig doch, aus unbekannten Gründen, ein oder das andere Präparat missglückte. Ich muss um Entschuldigung bitten, dass ich derartige Alltäglichkeiten hier hervorhebe; aber die Erfahrung zeigt, dass sie weniger bekannt sind oder berücksichtigt werden, als man anzunehmen geneigt ist. Die von Mitrophanow erwähnten Chromatien mit mangelndem Unterschied zwischen Centralkörper und Rindenschicht kann ich nun nach meinen Erfahrungen nur auf solch' mangelhafte und namentlich zu stark gefärbte Individuen oder Präparate beziehen, und halte daher die ihnen von Mitrophanow gegebene Deutung für verfehlt. — Uebrigens scheint Mitrophanow selbst zu betonen, dass die Exemplare mit deutlicher Rindenschicht, wie ich sie beschrieben hatte, *am häufigsten vorkommen*; wenigstens bemerkt er bei Gelegenheit ihrer Besprechung (pag. 23) „*c'est ce qui a lieu chez la plupart des Chromatium*". Ebenso muss ich jedoch auch die Meinung Mitrophanow's verwerfen, dass die intensivere Färbung des Centralkörpers in diesem Fall auf in dem Maschenwerk des Plasmas vertheilter „*nucleolärer Substanz*" beruhe. Der Farbenunterschied zwischen dem blauen Gerüstwerk des Centralkörpers und den eingeschlossenen rothen Körnern ist an gelungenen Präparaten hier und bei den Oscillarien so deutlich, dass eine derartige Annahme unzulässig erscheint, vielmehr die Centralkörpersubstanz sicherlich eine von dem umgebenden Rindenplasma verschiedene ist. Dazu gesellt sich, dass nach meinen Erfahrungen stets eine scharfe Grenze zwischen Centralkörper und Rinde besteht.

Mitrophanow beschreibt nun ferner noch eine Anzahl Zustände von Chromatien, bei welchen er den Centralkörper als deutlich und bestimmt gefärbtes Gebilde in der wenig oder nicht gefärbten Rindenschicht gefunden hat. Es sind dies meist Zustände mit sehr kleinem, oder, wie mir scheint, sehr deformirtem Centralkörper; so war derselbe zuweilen in zwei Partien zerfallen, die manchmal noch durch einen feinen Faden zusammenhingen und dergleichen mehr. — Ich selbst habe, abgesehen von den Zuständen mit relativ sehr kleinem Centralkörper, derartige Abnormitäten nicht gesehen, doch möchte ich nicht an ihrem Vorkommen zweifeln. Mitrophanow fasst sie als Formen auf, bei welchen sich die sog. „*nucleoläre Substanz*" zu einem scharf umschriebenen Centralkörper oder Kern zusammengezogen, resp. vereinigt habe. — Wie gesagt, halte ich diese Zustände für Abnormitäten mit verkümmerten Centralkörpern, wofür auch spricht, dass Mitrophanow Derartiges nur bei Chromatien

fand, die keinen oder wenig Schwefel enthielten, sich daher jedenfalls unter ungünstigen Lebensbedingungen befanden. Hervorzuheben dürfte jedoch noch sein, dass Mitrophanow von dem Centralkörper solcher Exemplare auf p. 40 bemerkt, „*qui convient tout à fait à l'idée du noyau.*“

Ueber Mitrophanow's Beobachtungen an *Ophidomonas* kann ich hier kurz bemerken, dass sie eigentlich im Wesentlichen ganz mit den meinigen harmoniren, dass er sie aber entsprechend den bei Chromatien entwickelten Anschauungen umdeutet.

Während also Mitrophanow's Beobachtungen über *Chromatium* und *Ophidomonas* in vielen Punkten mit meinen Ergebnissen übereinstimmen, weichen die von ihm bei *Beggiatoa* erzielten von den meinigen weit ab. Hier findet er nichts, was mit dem von mir beschriebenen Centralkörper vergleichbar ist, sondern in den Zellen nur einige ansehnliche runde Körner von „*nucleolärer Substanz*“, die sich mit Methylenblau stark färbten.

Ich muss dementgegen meine früheren Angaben durchaus aufrecht erhalten und verweise auf die Photographien und Zeichnungen von Beggiatoen, die ich dieser Mittheilung beigegeben habe (s. Taf. II, Fig. 29 bis 40, Taf. V, Fig. 4 bis 11), zu deren Erläuterung ich, nach dem früher schon darüber Bemerkten, kaum Weiteres zuzufügen für nöthig halte.

Wie aus Obigem hervorgeht, vermag ich der Mitrophanow'schen Auffassung des Centralkörpers oder Kerns der Schwefelbacterien in keiner Weise zuzustimmen, sondern halte die von mir entwickelte Ansicht für die richtigere. Hierzu habe ich um so mehr Veranlassung, als ich nach Betrachtung von Mitrophanow's Abbildungen nicht annehmen kann, dass seine Präparate sehr gelungene waren. Von den feineren Structuren des Centralkörpers ist in der Regel gar nichts dargestellt und auch die wabige Beschaffenheit der Rindenschicht ist, wo sie angegeben wird, sehr schematisch gehalten, ohne richtige Beobachtung der radiären Waben der Oberfläche. — Zum Vergleich verweise ich auf die Photographien meiner Taf. I, welche beweisen, was ich 1890 gesehen und, wenn auch etwas schematisirt, abgebildet habe.

5. Einige Bemerkungen über die Schwefeltröpfchen der Schwefelbacterien.

Erst durch die interessanten und wichtigen Untersuchungen Winogradsky's (1887) scheint mir die schon 1870 von Cramer ausgesprochene Ansicht über die Schwefelnatur jener dunklen Körner der Schwefelbacterien hinreichend erwiesen zu sein. Da jedoch bis jetzt keine

der specifischen chemischen Reactionen auf Schwefel mit diesen Körnern ausgeführt wurde und mir ziemliche Mengen von Material zur Verfügung standen, suchte ich dies nachzuholen, um den Beweis ganz sicher zu führen, da gelegentlich doch noch einige, wenn auch unbegründete Zweifel über die Schwefelnatur der betreffenden Einschlüsse geäussert werden[1]). Die scharfe Farben-Reaction auf Schwefelalkalien mit *Nitroprussidnatrium* schien mir hierzu sehr geeignet. Ich habe daher alkoholische Auszüge, die in der Wärme von *Chromatium okenii* oder ziemlichen Quantitäten der grossen *Beggiatoa mirabilis* hergestellt waren, in etwas verschiedener Weise, theils nach dem Eindampfen mit etwas NaHO, theils mit K_2CO_3, und darauffolgendem Erhitzen bis zu schwacher Rothgluth auf Schwefel geprüft, jedoch trotz ziemlich zahlreicher Versuche niemals die characteristische Färbung erhalten. Controlversuche mit sehr geringen Mengen (1/3—1 cbm) alkoholischer Lösung von Schwefel, die in genau gleicher Weise angestellt wurden, ergaben dagegen stets eine sehr scharfe und entschiedene Reaction.

Wenn ich daher wegen der misslungenen Versuche fast zu bezweifeln geneigt war, dass die Körner wirklich Schwefel seien, so haben mich dagegen die in ähnlicher Weise, wie zuerst von Winogradsky, ausgeführten Versuche, die Schwefeltropfen zum Krystallisiren zu bringen, ganz sicher belehrt, dass sie wirklich Schwefel sind; ich muss daher das, was Winogradsky hierüber mittheilte, völlig bestätigen. — Winogradsky fand, dass man in den durch Erhitzen *„gallertig desorganisirten"* Beggiatoen die Krystallisation nach einiger Zeit eintreten sieht (p. 518). Besser noch erreichte er dies durch Tödten der Fäden in Pikrinsäurelösung und darauffolgender Ueberführung in Wasser, wo nach 24 Stunden oder länger die Schwefelkrystalle in und auf den Fäden deutlich und schön hervortraten.

Beim Kochen der Beggiatoen (einer der Beggiatoa alba ähnlichen Form von Kiel) in Wasser fiel mir zunächst auf, dass viele Fäden ganz schwefelfrei geworden waren. Eine gallertige Desorganisation der Fäden

[1]) Siehe z. B. bei Klebahn: *„Gasvacuolen als ein Bestandtheil der Zellen der wasserblüthebildenden Phycochromaceen"* (Flora 1895, p. 9). Klebahn's ursprüngliche Zweifel an der Schwefelnatur der Körner bei Beggiatoen wegen ihre Löslichkeit in Alkohol waren sehr wenig gerechtfertigt, da sich Schwefel sehr merklich in Alkohol löst. Bei dieser Gelegenheit möchte ich betonen, dass die Gasvacuolen, welche Klebahn bei den blüthebildenden Cyanophyceen findet, meiner Ansicht nach, die ich auch auf die gelegentliche Untersuchung von Clathrocystis stütze, völlig dem von mir beschriebenen Wabenbau entsprechen, d. h. dass bei diesen Formen die Waben sich theilweise oder völlig mit Gas gefüllt haben. — Desshalb ist denn auch bei diesen Cyanophyceen die Wabenstructur schon im lebenden Zustand vorzüglich zu sehen.

war dagegen nicht eingetreten. Das Gleiche wurde auch beobachtet, als eine Anzahl Fäden unter dem Deckglas bis zum Auftreten von Gasblasen erhitzt worden war; doch zeigte sich seltsamer Weise an den schwefelfrei gewordenen Fäden keine Spur von Zerreissungen, welche das Austreten des Schwefels erklärlich hätten machen können. Nachdem dieses Präparat darauf im Wärmeschrank bei 54° C. 24 Stunden gehalten worden war, erschienen die meisten Fäden schwefelfrei und in ihrer Nähe, jedoch fast nie auf ihnen fanden sich zahlreiche kleine Schwefelkrystalle von den beiden characteristischen Formen, die auch schon Winogradsky bemerkt hat, d. h. farblose, monokline dünne Tafeln und kleine bräunliche rhombische Octaëder. Auch jetzt konnte ich an den Beggiatoen nirgends Risspuren bemerken, wesshalb ich überhaupt nicht anzunehmen vermag, dass der Schwefel durch Zerreissen der Fäden frei wird, wenn ich auch Genaueres über seine Austrittsweise nicht angeben kann. — Dass nun diese Krystalle thatsächlich Schwefel sind, folgt, wie schon Winogradsky sicher erwiesen hat, aus ihrer vollkommenen Uebereinstimmung mit den kleinen Schwefelkrystallen, die er aus den Schwefeltröpfchen der *Schwefelmilch* allmählich entstehen sah (p. 522). Ich habe mich davon ebenfalls und auf etwas anderer Weise überzeugt, indem ich eine Lösung von präcipitirtem Schwefel in absolutem Alkohol auf dem Deckglas verdunsten liess. Dabei bilden sich zunächst auch Schwefeltröpfchen (und wenige Krystalle), die nach einiger Zeit in Krystalle übergehen, welche in Bau und Grössenverhältnissen den aus den Beggiatoen erhaltenen vollkommen entsprechen [1]). Die Messung der beiden spitzen Winkel der monoklinen Tafeln, die aus Beggiatoa und aus Schwefel enthalten worden waren, ergab ganz übereinstimmend 89—90°. Wie gesagt, muss ich daher die Schwefelnatur der Tröpfchen vollauf bestätigen. — Ebenso muss ich Winogradsky darin zustimmen, dass es sich wirklich um Schwefel in Tropfengestalt handelt, d. h. um Schwefelglobuliten, wie man sie beim Verdunsten von Lösungen des Schwefels in Terpentinöl, Alkohol, Schwefelkohlenstoff etc. erhält und die gewöhnlich als Tröpfchen überschmolzenen Schwefels angesehen werden. — Ob hierin eine besondere Modification des Schwefels zu suchen ist, wie Winogradsky anzunehmen geneigt ist, dürfte der Entscheidung der Chemiker und Physiker zu überlassen sein, da mir, soweit ich mich über die Auffassung der flüssigen Globuliten, die bei der

[1]) Leider habe ich mir das genauere Verfahren bei diesen schon vor mehr als fünf Jahren angestellten Versuchen nicht notirt; ich möchte jedoch annehmen, dass ich das Deckgläschen mit den Schwefelglobuliten auf den Objectträger mit H_2O brachte und auf diese Weise (ob unter Anwendung des Wärmeschranks, weiss ich nicht mehr) die allmähliche Umkrystallisation hervorrief.

Ausscheidung sonst fester Substanzen aus ihren Lösungen auftreten, orientiren konnte, überhaupt noch keine recht gesicherte Ansicht zu bestehen scheint. Wahrscheinlich dürfte es sich jedoch bei diesen flüssigen Globuliten nicht um reinen Schwefel, sondern um eine übersättigte Lösung von Schwefel in dem betreffenden Lösungsmittel handeln[1]).

Hinsichtlich der Lage der Schwefelkörner im Körper der Bacterien stehen die Angaben Mitrophanow's im Widerspruch mit den meinigen, da ich sie ausschliesslich im Centralkörper, Mitrophanow dagegen sowohl in diesem (und dies wohl auch in bei Weitem der Mehrzahl der Fälle), ausserdem jedoch auch in der Rindenschicht gefunden haben will. — Die wenigen Fälle (siehe seine Figg. 3 und 24), wo letzteres wirklich der Fall zu sein scheint, dürften sich jedoch mit der Zeit wohl als Abnormitäten oder in einer anderen Weise aufklären; in Fig. 3 handelt es sich wohl eher um eine Abnormität und auch die Fig. 24 stimmt so wenig mit den von mir gefundenen und den sonstigen, von Mitrophanow selbst abgebildeten Zuständen der *Ophidomonas* überein, dass ich sie nicht als eine richtige oder eine normale ansehen kann.

Dass Mitrophanow, im Zusammenhang mit seiner im Obigen dargelegten eigenthümlichen Ansicht über das Nichtbestehen eines eigentlichen abgegrenzten Centralkörpers bei den meisten Zuständen der Schwefelbacterien, die Schwefelkörner, auch wenn sie wie in seinen Figg. 5a—b, 23a—b, 26 deutlichst im Centralkörper ihre Lage haben, in das Plasma verlegt, bedarf keiner genaueren Erörterung und steht und fällt mit der, meiner Meinung nach irrigen Auffassung des Centralkörpers, die ich schon oben zu widerlegen versuchte.

6. Bemerkungen über die körnigen Einschlüsse der Cyanophyceen und Schwefelbacterien.

Ueber die beiden Körnerarten, die in den *Cyanophyceen* zu unterscheiden sind und von denen sich die einen, nämlich die sog. *rothen Körner* auch in den Bacterien finden, will ich hier nur Einiges anführen, da im Vorhergehenden schon mehrfach von ihnen die Rede war und auf die Verwirrung, welche durch ihre Nichtunterscheidung mehrfach hervorgerufen wurde, schon hingewiesen wurde. — Was die sog. *rothen Körner* des Centralkörpers angeht, d. h. diejenigen, welche sich bei vorsichtiger Färbung mit Delafield'schem Haematoxylin *rothviolett* tingiren, so musste ich schon 1890 hervorheben, dass sie zwar ganz vorwiegend im Central-

1) Siehe hierüber auch meine Bemerkungen in Verh. des naturh.-medic. Vereins Heidelberg. N. F. Bd. V. 1894. p. 265.

körper sich finden, jedoch gelegentlich und vereinzelt auch in der Rindenschicht angetroffen werden. — Diese Angaben hat Nadson durchaus bestätigt. — Wegen der vollkommenen Uebereinstimmung in der Färbung dieser Körner in der Rindenschicht mit jenen des Centralkörpers musste ich schliessen, dass beide identisch seien. Dazu gesellte sich, dass ich auch im Plasma einer Anzahl anderer, einzelliger und mehrzelliger Organismen Körner auffand, die ganz dieselbe Farbenreaction zeigten. — Beobachtet wurden solche Körner reichlich im Plasma der *Diatomeen*, grüner und farbloser *Flagellaten*, der Algen *Stigeoclonium* und *Chantransia* und in einem *Pilzmycel* aus Sumpfwasser[1]) (s. 1890, p. 30 und 1892, p. 62).

Wegen dieses häufigen Vorkommens solcher Körnchen im Plasma wurde von einigen Forschern, so namentlich Hieronymus (p. 472) und Mitrophanow (p. 36) mit gewissem Recht meine Deutung des Centralkörpers als Kern angezweifelt, obgleich Beide mit mir darin übereinstimmten, dass die rothen Körnchen als *Chromatinkörner* aufzufassen seien. — Neuere Erfahrungen nun, welche unter meiner Mitwirkung von Lauterborn (s. 1893, p. 8 d. S. A.) bei zahlreichen *Diatomeen* gesammelt wurden, dürften diese Schwierigkeit wohl beseitigen. Bei dem genaueren Studium der Diatomeen stellte sich bald heraus, dass die Körnchen des Plasmas trotz ihrer grossen Aehnlichkeit in der Haematoxylinfärbung von den Chromatinkörnern des Kerns verschieden sind. Es gelingt nämlich leicht, die Plasmakörner im lebenden Zustand mit Methylenblau zu färben, wobei sie ebenfalls eine der Haematoxylinfärbung sehr ähnliche intensiv rothe Farbe annehmen. Dagegen verhalten sich die kleinen Chromatinkörnchen des Diatomeen-Kernes bei der Lebendfärbung mit Methylenblau sehr verschieden, indem der Kern rein blau wird, also auch seine Körnchen, soweit dies feststellbar ist, sich blau tingiren. — Hieraus folgt also bestimmt, dass die von mir 1890 und 1892 als identisch aufgefassten Körner des Plasmas und des Kernes verschieden sind, also keine Chromatinkörner im Plasma der oben erwähnten Organismen sich finden. Unter diesen Umständen wäre es daher auch wohl möglich, dass die bei den Cyanophyceen und Schwefelbacterien gelegentlich in der Rindenschicht vereinzelt gefundenen, von Haematoxylin roth gefärbten Körnchen jenen Plasmakörnchen der erwähnten Organismen entsprächen und von denen des Centralkörpers verschieden seien. Weitere Untersuchungen werden darüber zu entscheiden haben. Dagegen möchte ich hier noch betonen, dass die von Lauterborn angestellten Lebendfärbungen an *Oscillarien* ebenfalls eine rein blaue Färbung des Centralkörpers ergaben,

[1]) Lauterborn (1893, p. 9 d. S. A.) beobachtete dieselben Körner später noch im Plasma von Amöba, Gromia, Arcella und Closterium.

BIOLOGICAL LAB WOODS HOLE

dass sich derselbe also ganz wie der Zellkern der Diatomeen verhielt, woraus denn auch folgt, dass sich die Körner des Centralkörpers bei der Lebendfärbung mit Methylenblau wie die Chromatinkörner des Diatomeenkernes verhalten, nicht aber wie jene Plasmakörner der Diatomeen.

Besonders Hieronymus, doch auch Palla haben betont, dass die durch Haematoxylin roth gefärbten Körner der Cyanophyceen, die ersterer übrigens häufig auch als schön reguläre Krystalle beobachtet haben will[1]), zuweilen *hohl* seien. Das Gleiche ist auch mir mehrfach aufgefallen, speciell bei den häufig ziemlich grossen Körnern der auf Taf. IV, Fig. 19 und auf Taf. II, Fig. 37 abgebildeten Cyanophyceen. Auch die rothen Körner der *Spirochaete serpens* und gelegentlich auch die grösseren von *Spirillum undula* schienen mir vielfach sicher hohl zu sein, da sie bei tiefer Einstellung innerlich sehr hell, bei hoher dagegen dunkel werden, also ganz den optischen Character hohler, mit schwächer lichtbrechender Masse erfüllter Kügelchen darboten. — Diese Angelegenheit erhält noch dadurch weiteres Interesse, weil die oben erwähnten, sich ähnlich färbenden und häufig recht ansehnlichen Körner im Plasma der Diatomeen vielfach sicher hohl sind, wovon ich mich schon 1889/90 bestimmt überzeugte. Die Grösse dieser Körner erlaubt es, diese Beobachtung mit voller Schärfe zu machen. — Gerade die Körner der oben erwähnten Cyanophyceen (Fig. 19, Taf. IV) nun haben mich stets etwas dadurch gestört, da sie sich meist ausserhalb des Centralkörpers finden; nur den Enden des hier langgestreckten Centralkörpers (s. 1890, Fig. 18) liegt gewöhnlich je ein rothes Korn an, die übrigen dagegen liegen der Scheidewand an und in der grünen Rindenschicht, sie verhalten sich daher hinsichtlich ihrer Lage ganz so, wie die sog. *Reservekörner* (Nadson), die sich in der Rindenschicht der Oscillarien so gewöhnlich finden. — Daher möchte ich jetzt vermuthen, dass auch die Körner dieser Cyanophyceen, wenigstens der Mehrzahl nach, keine Chromatinkörner, sondern trotz ihrer Färbung Körnergebilde sind, welche jenen im Plasma der Diatomeen etc. vorkommenden gleich zu stellen sind.

Wie ich schon 1890 betonte, habe ich die in der Rindenschicht der Oscillarien gewöhnlichen sog. *Reserve-* oder *Kyanophycinkörner* (Borzi) im lebenden Zustand stets sehr deutlich gesehen und sie waren bei vielen der von mir präparirten Formen reichlich vorhanden. Dennoch gelang es mir nie, diese Reservekörner mit Haematoxylin zu färben, weshalb sie, obgleich ihre Lage an den Scheidewänden so characteristisch ist, auf den Präparaten gar nicht hervortraten, da sie in dem stark lichtbrechenden Damarharz in ungefärbtem

[1]) Ich habe dergleichen nie gesehen.

Zustand fast völlig verschwinden. Dagegen gelang es, diese Reservekörner durch Eosin zu färben, so dass beiderlei Körnerarten auf derartig doppelgefärbten Präparaten gut zu sehen waren. — Andere Forscher dagegen haben theils gar keinen Unterschied zwischen den beiden Körnersorten gemacht, wie Deinega und Hieronymus, theils dagegen auch die Reservekörner als mit Haematoxylin färbbar beschrieben. So gibt Palla (1893) an, dass die Reservekörner, welche er „*Kyanophycinkörner*“ (nach dem Vorgang Borzi's) nennt, von Haematoxylin blau gefärbt werden, die Chromatinkörner dagegen rothviolett. Wie gesagt, muss ich auch, nach erneuter Durchsicht meiner Präparate betonen, dass ich auf ihnen nirgends eine Färbung jener Reservekörner finden kann. Ob nicht bei sehr intensiver Tinction, die ich aus schon mehrfach angeführten Gründen absichtlich vermied, eine Färbung der Reservekörner zu erzielen ist, lasse ich hier dahingestellt; es wäre dies ja durchaus nicht unmöglich.

Dagegen möchte ich am Schlusse dieser Erörterung meine gegen 1890 etwas veränderte Auffassung dahin präcisiren, dass ich es jetzt, auf Grund der Erfahrungen bei den *Diatomeen* für wahrscheinlich halte, dass die durch Haematoxylin im Plasma der Cyanophyceen und Schwefelbacterien ähnlich wie die Chromatinkörner des Centralkörpers sich roth färbenden Einschlüsse keine Chromatinkörner sind, sondern davon verschiedene, den Plasmakörnern der Diatomeen etc. sehr wahrscheinlich entsprechende Einschlüsse. — Dass diese Körner im Plasma den Reservekörnern der Cyanophyceen näher verwandt sind, worauf Manches hindeutet, so speciell ihr Verhalten bei der auf Taf. IV, Fig. 19 abgebildeten Cyanophycee, scheint mir möglich. Dass die Reserve- oder Kyanophycinkörner ein Kohlehydrat seien, wie sehr gewöhnlich vermuthet wird, halte ich nach allem, was von ihnen bekannt ist, auch jetzt wie 1890, für wenig wahrscheinlich; dagegen habe ich schon 1890 (p. 17) betont, dass ich nach den Ergebnissen der Jodfärbung an dem Vorkommen von *Glycogen* in der Oscillarienzelle nicht zweifle.

7. Ist der Centralkörper der Cyanophyceen und Schwefelbacterien ein Zellkern?

Wenn Jemand in einem höheren Organismus Zellen von der Beschaffenheit gutgefärbter Oscillarienzellen mit relativ kleinem Centralkörper fände, so würde er, meiner Ueberzeugung nach, nicht einen Augenblick zweifeln, dass der Centralkörper der Kern dieser Zellen sei, da er in seinen Färbungs- und Bauverhältnissen mit echten Nuclei so sehr übereinstimmt. Der einzige morphologische Unterschied wäre das Nichtvorhandensein einer Kernmembran; denn der sehr wenig begründeten Angabe Palla's (1893 p. 525

und 554), dass der Centralkörper eine Umhüllungsmembran besitze, kann ich nach meinen Erfahrungen nicht zustimmen. Ob jedoch eine Kernmembran bei echten Zellkernen ganz allgemein verbreitet ist, möchte ich doch nicht als ganz zweifellos ansehen, da ja in der Regel eine völlig sichere Entscheidung hierüber nur durch Isolation der Kerne zu erlangen ist. Andererseits dürfen wir nicht vergessen, dass auch die echten Kerne bei der Theilung vorübergehend ihre Membran verlieren können und ja einige Forscher die Kernmembran gar nicht als ein dem Kern zugehöriges Erzeugniss, sondern als von dem umgebenden Plasma hervorgebracht betrachten wollen.

Den Gründen, welche mich 1890 bestimmten, den Centralkörper für den Zellkern zu erklären, wüsste ich heute kaum etwas Wesentliches zuzufügen. Nur hinsichtlich der Theilungsvorgänge, die ja auch bei manchen Forschern Bedenken gegen die Kernnatur des Centralkörpers erweckten, möchte ich auf die Taf. V Figg. 8 und 10 abgebildeten Zustände von Beggiatoen verweisen, die doch vielleicht gewisse Anklänge an die indirecte Theilung verrathen, obgleich ich denselben, so wie die Erfahrungen jetzt liegen, keine grosse Bedeutung zuschreiben kann, vielmehr wie früher der Ansicht bin, dass die Theilung des Centralkörpers in der Regel in ganz einfacher und directer Weise, ohne Erscheinungen, die an die Karyokinese erinnern, verläuft. Ich habe schon 1890 hervorgehoben, dass ja auch typisch einzellige Organismen bekannt sind, deren zweifelloser Kern sich nicht karyokinetisch theilt, nämlich der Macronucleus der Infusorien und der Kern der Amöben. Ueber letztere Formen sind in der Zwischenzeit neue Aufschlüsse gewonnen worden, aus denen hervorgeht, dass sich hier sowohl directe wie indirecte Kerntheilung findet, wenn auch die letztere in etwas modificirter und vereinfachter Form[1]). Hierzu gesellen sich ferner die Beobachtungen Lauterborn's[2]) über die Theilung des Kernes der Dinoflagellaten, die sich in mancher Beziehung den Vorgängen am Macronucleus der Infusorien anreiht, sowie auch die Ermittlungen von Keuten und Blochmann über die Kerntheilung der *Euglenen*, die ergaben, dass die Theilungsprozesse zwar Anklänge an die Karyokinese zeigen, aber jedenfalls wegen ihres einfacheren Verlaufes jenen der directen Theilung näher stehen. — Auch jetzt dürfen wir daher sagen, dass die directe Theilung des Centralkörpers der Cyanophyceen und Schwefel-

[1]) Siehe Schaudinn, F., Ueber Kerntheilung mit nachfolgender Körpertheilung bei *Amöba crystalligera* Grub. Sitzungsber. der Berliner Academie 1894. Bd. 38. p. 1029 und Derselbe, Theilung von *Amöba binucleata* Grub. Sitzungsber. der Gesellsch. naturf. Freunde. Berlin, Jahrg. 1895. p. 130—141.

[2]) Lauterborn, R., Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 59, p. 167—190.

bacterien keinen entscheidenden Grund gegen dessen Deutung als Nucleus liefert.

Wenn wir die Meinungen der Forscher, welche sich nach mir mit der Kernfrage bei den genannten Organismen beschäftigten, überschauen, so müssen wir sagen, dass sich alle, die überhaupt ernsthaft zu nehmen sind, dem oben betonten Eindruck hinsichtlich der frappanten Kernähnlichkeit des Centralkörpers nicht entziehen konnten. — Aussprüche zwar wie derjenige Haeckel's (1894 p. 145)[1]), dass es *„feststeht, dass weder die Chromacea"* (d. h. Cyanophycea) *„noch die Bacterien Zellkerne besitzen"* und die weiteren Bemühungen dieses Biologen an dem gleichen Ort (s. besonders p. 69) die Monerennatur der beiden Gruppen zu retten, bedürfen keiner ernstlichen Widerlegung, da sie auf den Grund und die Schwierigkeiten der Frage gar nicht eingehen, sondern dieselbe kurzer Hand und ohne genügende Kenntniss der vorliegenden Untersuchungen entscheiden wollen.

Auch die Beobachtungen von Marx (1893), der auf Grund seiner sehr mangelhaften Untersuchungen die Gegenwart eines Zellkernes bei den *Cyanophyceen* leugnet, bedürfen hier keiner genaueren Erörterung, da sich schon im Vorhergehenden Gelegenheit bot, das Ungenügende dieser Arbeit zu betonen. — Die Ansichten der übrigen Forscher nähern sich z. Th. der ursprünglich von Ernst (1889, und früher schon vorübergehend von Schmitz) geäusserten Meinung, dass die rothen Körner als die Kerne zu betrachten seien, oder sie schliessen sich mehr der von mir entwickelten Auffassung des Centralkörpers als Zellkern an. Die Ansicht Ernst's vertritt Zukal (1892), indem er die beobachteten Körner, und zwar ohne die beiden Sorten irgendwie zu unterscheiden, als Kerne betrachtet, während er die eigentliche farblose Masse des Centralkörpers als das Cytoplasma, die umgebende gefärbte Rindenschicht dagegen als das Chromatophor anspricht. — Ueber die von Zukal beschriebene Verschmelzung der Körner, ihre Umhüllung mit einer Partie des Cytoplasmas, wodurch sie zu nackten Zellen im Innern der Oscillarienzelle würden und die darauf folgende vielfache Theilung dieser endogenen Zellen, was endlich seinen Abschluss darin finde, dass das Plasma der endogenen Zellen sich wieder mit dem Cytoplasma vereinigt, wodurch die Körner frei werden — über alle diese sehr seltsamen Vorgänge glaube ich hier ohne Kritik und eingehendere Erörterung weggehen zu dürfen, da Zukal, wie gesagt, nicht einmal die grundlegende Thatsache, dass die Körner der Oscillarien zweierlei Art sind, beobachtet hat. — Mitrophanow's

[1]) E. Haeckel, Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen. Berlin 1894.

Ansicht über den Kern der Schwefelbacterien wurde schon oben soweit besprochen, dass es nicht nöthig erscheint, hier nochmals genauer darauf einzugehen. Dagegen muss ich hervorheben, dass Mitrophanow in allen den Fällen, wo er einen relativ kleinen, scharf abgegrenzten und gefärbten Centralkörper beobachtete, ihn als den Zellkern bezeichnet. Seite 18 verweist er auf die grosse Uebereinstimmung, welche der Kern einer kleinen Amöbe (seine Fig. 11), die sich gleichzeitig in einem der Präparate fand, in Beschaffenheit und Färbung mit jenem Kern der Schwefelbacterien habe. Ich muss mir hierzu nur die Bemerkung erlauben, dass auch der abgebildete Amöbenkern sehr mangelhaft aussieht, da er als homogener blauer Fleck erscheint, an dem von Structur gar nichts sichtbar ist. Wie sich Mitrophanow aus diesem scharf umschriebenen Kern die gewöhnlichen Zustände hervorgegangen denkt, bei welchen die Kernsubstanz in gröberen bis feinsten Granulationen, die in den Knotenpunkten des plasmatischen Alveolenwerks liegen, durch das gesammte Körperplasma vertheilt sei, wurde oben schon kurz erörtert. Es ist jedoch sehr schwer, seine Vorstellungen zu verstehen, was ja auch begreiflich erscheint, da dieselben nicht auf deutlichen und klaren Beobachtungsresultaten basiren, sondern hypothetische Constructionen sind, welche die unsicheren Beobachtungen in gezwungener Weise deuten sollen.

Es wurde schon oben angedeutet, dass die Ergebnisse und Deutungen von Hieronymus (1892) bezüglich des Kernes der Oscillarienzelle in mancher Hinsicht mit denen Mitrophanow's übereinstimmen. Auch Hieronymus fand Zustände mit relativ kleinem, scharf umschriebenem Centralkörper, über den er sich in characteristischer Weise äussert (pag. 478): *„In manchen sehr jugendlichen Zellen junger Fäden von Tolypothrix ist dieser Körper in sich völlig abgeschlossen und abgerundet, und einem normalen Zellkern höher organisirter Organismen so ähnlich, dass man ihn auf den ersten Blick für einen solchen zu halten geneigt ist“*. Später soll dieser *„geschlossene“* Zustand einem *„offenen“* Platz machen, indem sich der den Centralkörper bildende Faden auflockert und sich sammt seinen Körnern durch das ganze Plasma verbreite. Diese Körner erklärt er mit mir als den Chromatinkörnern der typischen Zellkerne entsprechend und sie vertretend, *„wenn dieselben auch aus einer anderen Substanz bestehen“* (p. 488, was ich übrigens keineswegs für erwiesen halte). Seine Stellung zu der Kernfrage der Cyanophyceen wird endlich durch den merkwürdigen Ausspruch auf pag. 480 bezeichnet. *„Ob man nun auf die Centralkörper der Phycochromaceen den Namen „Zellkern“ anwenden will oder nicht, ist schliesslich gleichgültig. Vielleicht wird es zweckmässig sein, dieselben als offene Zellkerne gegenüber den geschlossenen zu bezeichnen“*. Nicht um die

Bezeichnung handelt es sich doch in dieser ganzen Frage, denn hiefür wäre der Name Centralkörper characteristisch und zutreffend genug, sondern um das Wesen dieses Körpers, nämlich ob dies ein solches ist, dass er dem Begriff des Zellkernes der höheren Organismen eingereiht zu werden verdient oder nicht. Dies aber ist gewiss nicht gleichgültig für jeden, dem es um ein wirkliches Verständniss dieser einfachen Organismen und ihrer Beziehung zu den höheren zu thun ist.

Soweit ich aber Hieronymus zu verstehen glaube, scheint ihm auch gerade über das Wesen des Centralkörpers, als ein dem Kern der höheren entsprechendes Gebilde kein Zweifel zu bestehen.

Bei Besprechung derjenigen Ansichten, welche sich der meinigen näher anschliessen, hätte ich vor allem der Meinung von Zacharias zu gedenken, der ja schon 1887 den Centralkörper als Zellkern deutete, später (1890) aber darüber wieder zweifelhafter wurde. In der Besprechung meiner Arbeit von 1890 äussert sich dieser auf dem Gebiet der pflanzlichen Zellenlehre erfahrene Forscher folgendermassen (pag. 465): „*Auch ich halte es für möglich, dass die Functionen des Centralkörpers mit jenen der Zellkerne anderer Organismen (bis zu gewissem Grade) übereinstimmen und dass eine Ableitung der Zellkerne höherer Organismen, wie Bütschli will, von Gebilden wie die Centralkörper, berechtigt ist*". Nachdem er sodann auf die Differenzen hingewiesen, welche seiner Meinung nach zwischen dem Centralkörper und den Zellkernen bestehen, nämlich dass die ersteren sich amitotisch theilen, und dass es ihm vielfach nicht glückte, in den sich theilenden Centralkörpern Nucleinreactionen zu erhalten, schliesst er mit folgenden Worten: „*Will man trotzdem, wie es von Bütschli geschieht, den Namen Zellkern auf die Centralkörper ausdehnen, so ist dagegen nichts einzuwenden, wenn durch diese Benennung der Meinung Ausdruck gegeben werden soll, dass eine Ableitung der Zellkerne höherer Organismen von Gebilden wie den Centralkörpern möglich sei.*"

Diese etwas gezwungene Ausdrucksweise, ins Einfachere übersetzt, würde daher wohl als Zacharias Ansicht ergeben: Obgleich die Centralkörper der Cyanophyceen sich von den Zellkernen höherer Organismen in einigen nicht unwesentlichen Punkten unterscheiden, ist doch die Annahme gerechtfertigt, dass sie die phylogenetischen Vorläufer der typischen Zellkerne der Höheren, also diesen homolog sind; daher dürften sie auch als primitivere oder einfachere Zellkerne bezeichnet werden. Dass ich gegen eine solche Lösung der Frage, die auch bei den noch zu besprechenden Autoren in ähnlicher Weise wiederkehrt, nicht das Mindeste einzuwenden

habe, dürfte aus meiner Arbeit von 1890 klar hervorgehen; denn dass ich darin die Cyanophyceen und Bacteriaceen als die primitivsten Organismen betrachte und daher auch ihre Kerne unter diesem Gesichtspunkt, unterliegt keinem Zweifel. — Nur auf einen Punkt in Zacharias Darstellung will ich hier ganz kurz eingehen. — Wenn Zacharias in den Centralkörpern, und besonders den in Theilung befindlichen, vielfach kein Nuclein fand, so möchte ich doch darauf aufmerksam machen, dass nach meinen Erfahrungen in dem Aussehen und der Färbung ein Unterschied zwischen dem Centralkörper im ruhenden und Theilungszustand nicht zu bemerken ist, ein Umstand, dem zwar kein entscheidendes Wort in dieser Angelegenheit zukommt, der aber doch die Bedenken über die Verlässigkeit der mikrochemischen Methoden, speciell bei so difficilen Stoffen, wie ich schon früher ausgesprochen habe, nicht verringert. Ich bin sicherlich nicht geneigt, diesen Methoden und den auf sie basirten Schlüssen entgegenzutreten, vielmehr erachte ich sie für ganz besonders wichtig; dagegen weiss ich aus Erfahrung, dass bei mikrochemischen Prüfungen grosse Vorsicht geboten ist und dass speciell die Reactionen zwischen Deckglas und Objectträger häufig sehr langsam oder schlecht vor sich gehen. Ich habe daher auch schon bei den Verdauungsversuchen und sonstigen Reactionen, die ich mit Oscillarien etc. 1889/90 vorgenommen habe, nicht unter dem Deckglas, sondern in grösseren Flüssigkeitsmengen, in kleinen Reagenzröhrchen gearbeitet. Wie sehr die Löslichkeitsverhältnisse schwanken können, wird man z. B. häufig genug am *Chlorophyll* erfahren, das bald sehr leicht und in kürzester Zeit durch Alcohol zu entfernen ist, während in anderen Fällen manchmal tagelange Behandlung mit Alcohol und Aether bei höherer Temperatur nur sehr allmählich zu dem erwünschten Ziele führt.

Es liegt mir fern, durch diese Bemerkungen auf die Zacharias'schen Untersuchungen einen Zweifel zu werfen, doch halte ich es, wie gesagt, nach eigenen Erfahrungen für geboten, auf die Schwierigkeiten derartiger Untersuchungen hinzuweisen.

Palla (1893) nimmt in der *Kernfrage* ebenfalls eine eigenthümliche und nicht widerspruchsfreie Stellung ein. — Er beginnt seine Erörterungen (p. 556) mit der Auseinandersetzung, „*dass dem Begriff Zellkern, wenn er nicht bloss descriptiv sein soll, eine phylogenetische Bedeutung zukommen muss; ein physiologischer Begriff kann er ja schon desshalb nicht sein, weil wir über seine Functionen nichts Genaueres wissen.*“ Man wird dieser Bemerkung insoweit zustimmen können, als man gerne zugeben wird, dass zur Begründung der vollen Uebereinstimmung des Centralkörpers der Cyanophyceen mit typischen Zellkernen nöthig sei, zu

zeigen, dass die Eigenschaften dieses Körpers soweit mit denen echter Zellkerne übereinstimmen, dass die Möglichkeit eines gemeinsamen Ursprungs beider nicht absurd erscheine. — Denn wie Palla gleich darauf richtig bemerkt, gründet sich die Annahme *der „phylogenetischen Verwandtschaft"* der echten Zellkerne untereinander doch auch nur *„auf die Summe ihrer characteristischen Kennzeichen."* Dass wir zwar desshalb dem Begriff des Zellkerns eine *„phylogenetische Bedeutung"* zuschreiben sollen, scheint mir zu weit zu gehen, da hierdurch ein hypothetisches Element in diesen Begriff eingeführt würde, welches wir doch allein auf die morphologischen Eigenschaften des Zellkerns zu stützen vermöchten. Der Begriff des Zellkerns ist daher meiner Ansicht nach zur Zeit ein morphologischer, worunter ich jedoch auch die chemische Natur der ihn bildenden Substanzen einbegreife. — Inwieweit jedoch dieser jetzt noch rein morphologische Begriff mit der Zeit auch physiologisch vertieft werden kann, dies dürfte abzuwarten sein. Es wäre ja auch denkbar, dass sich bei verschiedenen Gruppen Einzelliger Zellkerne phylogenetisch selbstständig gebildet hätten und zwar mit sehr ähnlichen Eigenschaften; ob man dann wegen dieses Umstandes wohl den einheitlichen Begriff Zellkern aufgeben würde, scheint mir zweifelhaft. Es genügt jedoch, auf diese rein hypothetische Seite der phylogenetischen Bedeutung des Kernbegriffs hingewiesen zu haben. — Palla glaubt nun auch sehr wesentliche morphologische Verschiedenheiten des Centralkörpers und der echten Zellkerne zu finden und zwar in *„dem gänzlichen Mangel eines Chromatingerüstes, dem jeglichen Fehlen von Nucleolen und der directen Theilung"* (p. 556). Was den ersten Punkt betrifft, so muss ich ihm wie früher, so auch jetzt direct widersprechen. Dieser angebliche Mangel rührt nur von den unzureichenden Untersuchungen Palla's her, der erstens das Gerüstwerk des Centralkörpers völlig übersah und zweitens die rothen oder Chromatinkörner fälschlich aus dem Centralkörper in dessen Umgebung verlegte. Ich habe schon 1890, zum Beweis der nahen Uebereinstimmung des Centralkörpers mit einem echten Zellkern, den Kern einer Euglena mit seinem Gerüst und den, sich genau wie die der Cyanophyceen tingirenden Chromatinkörnern abgebildet; ich hätte ebensogut den einer Diatomee oder viele Gewebekerne von Thieren und Pflanzen darstellen können, die sich nach meinen Erfahrungen ganz ebenso verhalten. — Dieser angebliche Unterschied der Centralkörper von den Zellkernen der Höheren ist daher ganz hinfällig[1]). —

[1]) Dass neuerdings auch meine Angaben über den Bau des Kernes bei *Euglena* angezweifelt werden, überrascht mich nach den Erfahrungen, die ich gerade bezüglich meiner in dieser Arbeit besprochenen früheren Studien machen musste, nicht sehr, vielmehr musste

Nicht weniger gilt dies von dem zweiten Unterschied, nämlich dem Mangel eines Nucleolus. Dieser fehlt zwar dem Centralkörper, soweit wir wissen, er ist aber auch keineswegs ein regelmässiger Bestandtheil der Zellkerne, denn wir begegnen im Metazoënkörper und bei Einzelligen (so speciell den Infusorien) vielfach Kernen, die keinen Nucleolus enthalten[1]).

Ueber den dritten von Palla hervorgehobenen Unterschied, d. h. also den einzigen, der zu Recht besteht, habe ich mich schon weiter oben ausgesprochen und dargelegt, dass ich ihm nicht das Gewicht beilegen kann, welches er für Palla und Andere besitzt, da eben die directe Theilung auch bei echten Kernen vorkommt.

Obgleich nun Palla (p. 557) *„es aber durchaus nicht ausgeschlossen"* erachtet, *„dass der Centralkörper überhaupt nichts mit dem Zellkerne zu schaffen hat, sondern ein vorderhand in seiner physiologischen wie phylogenetischen Bedeutung uns gänzlich unbekanntes Gebilde darstellt"*, gelangt er doch am Schlusse seiner Arbeit (p. 559) zu dem Ergebnisse: *„dass der Centralkörper ein dem Zellkern zwar phylogenetisch verwandtes, aber von demselben sich nicht ableitendes Organ der Zelle darstellt"*. Wiewohl dieser Satz eigentlich einen seltsamen Widerspruch enthält, da

---

ich nach Allem darauf gefasst sein In seiner Studie über die Theilung des Kernes von *Euglena* bezweifelt denn auch Keuten (1895, p. 124) das Vorkommen von mit Haematoxylin sich rothviolett färbenden Chromatinkörnchen in dem Kerngerüst der Euglenen, das nach seiner Auffassung aus stäbchenartigen Chromosomen besteht, an denen er keine weitere Zusammensetzung beobachtete, ebensowenig als er auch Verbindungen zwischen den Chromosomen durch Lininfäden sicher feststellen konnte. — Die Methoden, mit welchen Keuten gearbeitet hat, waren übrigens durchaus andere, wie die von mir angewendete und ob er gelegentlich auch die von mir benutzte Färbungsmethode an den Euglenakernen studirte, geht aus dem, was er darüber sagt, nicht sicher hervor. — Ein Blick auf die die Arbeit begleitenden Figuren scheint mir jedoch zu zeigen, dass dieselben nur einen geringen Theil von dem wiedergeben, was in dem Euglenakern thatsächlich zu sehen ist. Keine Spur eines netz- oder wabenartigen Gerüstwerks, von dessen Existenz ich mich auf das schärfste überzeugen konnte, ist auf ihnen zu sehen. Ich bin daher auch der ganz bestimmten Ueberzeugung, dass Keuten, sei es wegen ungenügender optischer Hülfsmittel, sei es wegen ungenügender Färbungen, nur einen Theil der in dem Euglenakern zu sehenden Dinge beobachtet hat. — Dass ich unter diesen Umständen nicht zugeben kann, dass die von mir geschilderten rothen Körner dem Euglenakern fehlten, ist natürlich, um so mehr, als ich sie auch in zahlreichen pflanzlichen Kernen und bei den Diatomeen sicher beobachtet habe. — Schon 1890 habe ich jedoch gerade für Euglena betont, dass es sehr gelungener Färbungen bedarf, um hier den Farbenunterschied zwischen dem blauen Gerüstwerk und den rothen Chromatinkörnern deutlich wahrzunehmen und dass ich selbst längerer Studien bedurfte, um mich davon sicher zu überzeugen.

[1]) Unter Nucleoli verstehe ich hier die durch besondere Färbung sich als verschieden vom Chromatin erweisenden Körner, nicht jedoch grössere Chromatinkörner, die auch bei den Oscillarien nicht gar zu selten als nucleolusartige Einschlüsse erscheinen.

er zu sagen scheint, dass zwei „*phylogenetisch verwandte*“ Gebilde nicht von einander „*abzuleiten*“ seien, glaube ich doch, dass es sich nur um eine etwas unklare Ausdrucksweise handelt. Palla hat nämlich schon p. 557 hervorgehoben, er erachte es für annehmbarer, dass „*der Centralkörper und der typische Zellkern unabhängig von einander aus einem gemeinsamen Urorgane sich ableiten*“, als dass der Centralkörper ein durch Rückbildung degenerirter Zellkern sei (welche Vermuthung übrigens auch Niemand geäussert hat). — Es scheint daher, dass Palla's obiger Ausspruch sagen will, dass beide Organe, der Centralkörper und der Zellkern, aus einem Urorgan der Zelle hervorgegangen und daher phylogenetisch verwandt sind, nicht aber etwa der Centralkörper aus einem typischen höheren Zellkern durch Rückbildung entstanden sei. Dieser Auffassung müsste ich natürlich beistimmen, da dieselbe Ansicht ja aus meiner Schrift von 1890 klar hervorgeht. Demnach würde denn auch Palla den Centralkörper der Cyanophyceen als ein den typischen Zellkernen homologes Organ auffassen, da ja beide aus dem gleichen Urorgan entstanden sind. Wo dann aber noch ein Unterschied von meiner Auffassung zu finden sein soll, nach welcher der Centralkörper dem Zellkern der höheren Organismen entspricht, vermag ich nicht zu finden.

Die Ergebnisse und Anschauungen Nadson's (1895) stimmen in den wesentlichen Punkten recht wohl mit den meinigen überein. Pag. 71 bemerkt er: „*Der Centralkörper der Cyanophyceen und der Zellkern anderer Organismen sind Bildungen, welche nicht nur einander entsprechen und vertreten, sondern auch den Hauptzügen nach in vielen Fällen sich nähern*“ und einige Zeilen weiter unten: „*letzterer*“ (d. h. der Centralkörper) „*entspricht dem Zellkern anderer Organismen, unterscheidet sich aber von diesem hauptsächlich durch Unbeständigkeit seiner morphologischen Merkmale*“. Dazu gesellt sich, dass Nadson (p. 72) beobachtet haben will, dass „*der Centralkörper bei Merismopedia und besonders bei Aphanocapsa nicht selten während des Theilungsprocesses solchen Metamorphosen unterliegt, welche man als erste Uebergangsstufe von der directen zu der indirecten oder karyokinetischen Theilung anerkennen muss*“. Auf den begleitenden Figuren vermag ich jedoch nichts Deutliches und Bestimmtes von solchen Uebergangsstufen zur Karyokinese zu erkennen und, wie oben bemerkt, habe ich auch selbst nicht viel Sicheres in dieser Hinsicht wahrgenommen. — Was nun die von Nadson erwähnte „*Unbeständigkeit der morphologischen Merkmale*“ des Centralkörpers betrifft, so vermag ich davon nicht all-

zuviel zu erkennen, wenigstens zeigten alle von mir gesehenen Centralkörper (abgesehen von ihrer sehr wechselnden Grösse und auch Form) eine sehr gute und weitgehende Uebereinstimmung. Jedenfalls kann ich nicht finden, dass der Centralkörper in dieser Hinsicht die, morphologisch doch sehr verschiedenartige Zustände darbietenden typischen Zellkerne — man denke z. B. an den Zellkern eines reifen Spermatozoon und den reich verästelten mancher Drüsenzellen und Einzelligen — wesentlich übertreffe. — Auch scheint mir Nadson viel zu weit zu gehen, wenn er dem Centralkörper der Cyanophyceen eine gewisse Unbeständigkeit und keine scharfe Abgrenzung von dem umgebenden Plasma zuschreibt, wie sich dies in folgenden Sätzen (p. 70) ausspricht. *„Der Centralkörper ist kein selbstständiges, vollständig abgesondertes Organ des Protoplastes, sondern bietet nur einen centralen Localisationspunkt einiger Stoffe im Protoplast dar. Der Centralkörper ist eigentlich nichts anderes als der Gesammttheil der mittleren Waben des Protoplastes, welche sich von den äusseren nur dadurch unterscheiden, dass sie einen besonderen, stark färbbaren Stoff enthalten — welchen der Verfasser provisorisch „Füllsubstanz" zu nennen vorschlagen würde — und dass ausschliesslich oder hauptsächlich in ihrer Region die sog. Chromatinkörner concentrirt sind".* — Eine solche Unselbstständigkeit des Centralkörpers vermag ich, wie gesagt, nicht zu erkennen. Wie ich schon oben betonte, ist dieselbe insofern auch nach meiner Meinung vorhanden, als dem Centralkörper eine besondere Umhüllungsmembran fehlt. Dagegen kann ich auf Grund der jetzigen Erfahrungen in keiner Weise zugeben, dass die Gerüstsubstanz des Centralkörpers etwa ganz direct und allmählich in die Rindenschicht überginge und dass der Unterschied beider nur auf der Einlagerung eines leicht färbbaren Stoffes in das Centralkörpergerüst beruhe. — Gegen diese Auffassung scheinen mir einmal die auch von Nadson gesehenen Theilungsbilder des Centralkörpers bei manchen Cyanophyceen zu sprechen, wo man die beiden neuen Centralkörper noch durch einen ziemlich langen und dünnen Faden zusammenhängen sieht (siehe auf Taf. V, Fig. 10), ein Zustand, den ich mit der obigen Ansicht eines directen Uebergangs der Grundsubstanzen von Centralkörper und Rindenschicht nicht vereinbar halte. In zweiter Linie vermag ich jedoch mit dieser Ansicht auch die Ergebnisse meiner Verdauungsversuche bei Oscillarien nicht zu vereinen, bei welchen der Centralkörper als ein ganz scharf umschriebenes und wohlerhaltenes Gebilde zurückblieb, während die Rindenschicht wenigstens bei einer Anzahl der Versuche völlig geschwunden war. Ich verweise in dieser Hinsicht auf die beiden nach

Präparaten von 1889 ausgeführten Photographien Taf. II, Figg. 34 und 35. In dem Fig. 34 dargestellten Faden ist das Gerüst der Rindenschicht noch sehr blass erhalten, während auf Fig. 35 gar nichts mehr davon zu sehen ist. Bei dem letzteren Faden sind ferner die Centralkörper sämmtlich in Theilung begriffen. Auch aus diesen Ergebnissen, die sich den schon früher von Zacharias erhaltenen im Wesentlichen anschliessen, dürfte hervorgehen, dass die Verschiedenheit der Substanzen von Centralkörper und Rindenschicht grösser sein muss, als Nadson zuzugeben geneigt ist und dass dementsprechend auch der Centralkörper selbstständiger, d. h. ein substantiell von der umgebenden Rindenschicht verschiedenes Gebilde sein muss, dessen Masse nicht durch directen Uebergang mit der der Rindenschicht zusammenhängt.

II. Bauverhältnisse der kleineren und einfacheren Bacterien.

Nachdem schon im vorhergehenden Abschnitt diejenigen Bacterien, bei welchen, wie bei den Cyanophyceen, eine deutliche Rinde von einem Centralkörper zu unterscheiden ist, berücksichtigt wurden, habe ich jetzt noch der einfacheren zu gedenken, bei denen dies nicht oder doch nur unvollständig der Fall ist. — Meine früheren Ergebnisse über diese Formen wurden oben schon kurz erwähnt, wesshalb ich hier gleich bemerken kann, dass auch das wiederholte Studium meiner früheren Präparate die 1890 ausgesprochenen Anschauungen nur bestätigte. — An der Hand der hier mitgetheilten Photographien und Abbildungen dürfte es sich jedoch empfehlen, die früher gemachten Angaben und die daraus gezogenen Schlüsse nochmals kurz zu erläutern.

Nur bei wenigen dieser einfachen Bacterien wurde eine Differenzirung in Centralkörper und Rindenschicht beobachtet, doch auch bei diesen niemals eine vollständige Umhüllung des Centralkörpers durch die Rindenschicht, sondern nur eine Entwickelung der letzteren an beiden Körperenden. Da jedoch, wie schon früher bemerkt wurde, diese Formen sicher eine Membran haben und diese, soweit wir es zu beurtheilen vermögen, als ein der Rindenschicht angehöriges Product aufzufassen ist, so kann daraus mit gewissem Recht geschlossen werden, dass auch bei diesen Bacterien wenigstens durch die Membran (und ebenso auch die Geisseln,

soweit solche vorhanden) eine der Rindenschicht entsprechende, wenn auch sehr zarte allseitige Umhüllung des Centralkörpers gegeben ist.

Eine der wichtigsten Formen dieser Art, welche ich untersuchte, ist *Spirillum undula;* wenigstens habe ich die von mir beobachtete Art nach Flügge[1]) als dieses Spirillum bestimmt, obgleich ich bei nochmaliger Vergleichung der Figuren Cohn's gestehen muss, dass mir auch dessen *Vibrio rugula* mit der von mir studirten Form ziemlich verwandt erscheint; doch bleiben die Dimensionen der letzteren hinter den von Cohn verzeichneten ziemlich zurück. Jedenfalls möchte ich daher die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass sich unter den von mir studirten und als *Spir. undula* bezeichneten Formen Exemplare von *Spir. rugula* gefunden haben könnten. Ich habe bei *Spir. undula* beobachtet, dass sowohl an gelungenen Präparaten, die mit Jod-Alkohol (45 %) fixirt und mit Delafield'schem Haematoxylin gefärbt waren, als auch an mit Methylenblau gefärbten Trockenpräparaten die Enden sich schwächer tingirten wie der übrige Theil des Körpers und fasste aus diesen, wie anderen Gründen diese hellen Enden als aus einer Masse bestehend auf, die der Rindenschicht des *Bacter. lineola* und der Schwefelbacterien entspreche, während der Haupttheil des Körpers, der sich durch stärkere Färbung auszeichnet, dem Centralkörper der höher organisirten Bacterien gleich zu setzen sei. — Diesen Centraltheil fand ich sehr schön wabig structurirt, theils ein-, theils mehrreihig, in wechselnder Beschaffenheit. Weiterhin enthielt er in den Knotenpunkten des Wabenwerks mehr oder weniger reichlich die bekannten rothen oder Chromatinkörnchen. Zur Illustration dieser nochmals kurz hervorgehobenen Bauverhältnisse verweise ich auf die hier gegebenen Abbildungen Figg. 19—22 auf Taf. III und die Photographien Taf. I, Fig. 20, Taf. II, Fig. 21. Ich bemerke gleich, dass ich an den, nach fünf Jahren wieder studirten Präparaten den Färbungsunterschied zwischen den hellen Enden und dem sog. Centralkörper nicht mehr so deutlich wie früher beobachtete, was ja auch nicht auffallend erscheint, da die Haematoxylinfärbung nachlässt, ebenso wie die Tinction mit Anilinfarben, und meine Präparate aus Gründen, die ich noch genauer darlegen werde, überhaupt nur mässig gefärbt waren. — Die Figuren 17—19, welche aus der früheren Zeit stammen, zeigen die helleren Enden deutlich, doch lässt sich auch auf den Photographien ein Gegensatz zwischen den Enden und dem übrigen Theil des Körpers erkennen. — Fig. 16 zeigt das Bild, welches die mit Osmiumdämpfen getödteten Formen gaben, wo die hellen Enden stets deutlich zu sehen sind. Nach den Erfahrungen über die Wirkung der Osmiumsäure-

[1]) Flügge, C., Die Mikroorganismen. 2. Aufl. Leipzig 1886. p. 391.

dämpfe auf die grösseren Bacterien (z. B. Chromatium, Bacter. lineola etc.) sind wir wohl berechtigt anzunehmen, dass dieses Bild dem des lebenden Spirillum durchaus entspricht und dass daher auch die beiden hellen polaren Stellen keine Kunstproducte, sondern natürliche Erscheinungen sind. In dieser Ansicht werden wir bestärkt durch die Erfahrungen Mitrophanow's, der bei *Spir. undula* nach seiner wesentlich abweichenden Methode ganz die gleichen Resultate wie ich erzielte[1]) und ferner durch die Beobachtungen Zettnow's (1891), der bei einer als *Spirill. serpens* bezeichneten und auch wohl dieser Art zugehörigen Form auf seinen nach dem Löffler'schen Verfahren (Geisselfärbung) gefärbten Trockenpräparaten gleichfalls die hellen Enden deutlich sah und photographirte, wogegen ihm das Gleiche bei *Sp. undula* nicht gelang. — Ausserdem konnte jedoch Zettnow bei diesem *Spirill. serpens* noch eine weitere Erscheinung von grossem Interesse nachweisen; er beobachtete nämlich ganz in der gleichen Weise, wie ich dies schon oben (p. 25) und früher 1890 für *Spirulina* und *Spirochaete* geschildert habe, einen den dunkelgefärbten Centralkörper dieses Spirillum schraubig umziehenden Saum, in dem hier und da auch intensiv gefärbte dunkle Kugeln eingelagert waren, die nach meiner wohl sicheren Deutung nichts anderes als die so vielfach beschriebenen rothen Körner sein können, die ja auch bei der im Princip ganz gleich gebauten *Spirochaete* in gleicher Lagerung von mir beobachtet und abgebildet worden sind (vergl. die Fig. 10 von 1890 und Fig. 29 dieser Arbeit). Zettnow, der sich in der Deutung des Gesehenen, nämlich des dunkler gefärbten Theils als Centralkörper und des schraubigen Saums sowie der hellen Enden als Plasma, an mich anschliesst, hat doch die grosse Uebereinstimmung, welche zwischen den von ihm für *Sp. serpens* nachgewiesenen und den von mir früher für *Spirochaete* geschilderten und abgebildeten Verhältnissen besteht, nicht betont. — Von dem wabigen Bau des umhüllenden schraubigen Plasmasaums, dessen Structur ich jetzt mit aller Deutlichkeit bei *Spirochaete* und *Spirulina* sehen und auf den Figg. 29 und 38 auch photographisch wiedergeben konnte, findet sich bei Zettnow nichts, obgleich

[1]) Während Mitrophanow bei der Beschreibung seiner Untersuchungen an *Sp. undula* (p. 32) die hellen Enden, sowie die mittlere helle Stelle auf Vacuolen zurück führt, eine Anschauung, die ja der meinigen durchaus entspricht, da ich das Rindenplasma natürlich auch ähnlich dem Centralkörper als vacuolig oder wabig ansehe, kommt er dagegen später (p. 37) zu demselben Schluss wie Fischer, dass nämlich diese Erscheinungen durch Plasmolyse, d. h. durch Zurückziehung des Inhalts von der Membran bedingt seien. Obgleich er die Fischer'sche Arbeit von 1891 in seinem Litteraturverzeichniss aufführt, erwähnt er sie doch weder an dieser Stelle noch sonst wo. Ich glaube daher wohl annehmen zu dürfen, dass er selbst ursprünglich anderer Ansicht war, sich jedoch durch die Fischer'schen Einwände später bekehren liess.

ich vermuthen möchte, dass es nur stärkerer Vergrösserung bedurft hätte, um auch davon Andeutungen auf den Photographien zu erhalten. — Ich hebe bei dieser Gelegenheit noch hervor, dass Zettnow auch bei einer Reihe weiterer Bacterien die hellen Enden gesehen und in gleicher Weise, wie ich dies zuerst für *Sp. undula* that, gedeutet hat.

Auch Frenzel (1891) hat bei zwei *Bacillen* (aus dem Darm der Orthoptere Blabera und dem einer Eidechse) den Gegensatz zwischen einem, den grösseren Theil des Körpers bildenden Centralkörper und den hellen Enden deutlich beobachtet und zwar, was besonders wichtig erscheint, diesen Bau auch schon an lebenden Bacillen zu erkennen vermocht. Wenn mir an Frenzel's Angaben etwas unsicher scheint, so ist dies nur seine Bemerkung (p. 210), dass der Centralkörper *„weniger lichtbrechend sei, wie die beiden Spitzen“*, was weder mit meinen Erfahrungen, noch mit seinen eigenen Abbildungen harmonirt. Bei einem grossen *grünen* Bacillus aus dem Darm einer Anurenlarve (? *Bufo marinus*), den er ferner beschreibt, fand er Zustände mit sehr deutlich grüner Rinde und farblosem Centralkörper, die also völlig dem entsprachen, was ich für die Schwefelbacterien schilderte. Wie sich dem gegenüber die anderweitigen von Frenzel beobachteten Modifikationen dieses Bacillus, bei welchen die Rinde nur an den Enden nachweisbar war und schliesslich solche, wo sie überhaupt ganz zu fehlen schien, verhalten, vermag ich nicht zu sagen; doch scheint mir aus Frenzel's Darstellung hervorzugehen, dass er Färbungsversuche nicht genügend verwerthet hat; beziehen sich doch auch seine Abbildungen sämmtlich auf ungefärbte Präparate.

Jedenfalls dürfte aber aus Frenzel's Erfahrungen hervorgehen, dass die hellen Enden, die ich bei einigen Bacterien schilderte, z. Th. auch schon an lebenden Formen zu beobachten sind.

Was dagegen Bunge (1894) in neuerer Zeit an Trockenpräparaten, welche nach einer Modification der Löffler'schen Geisselfärbung tingirt waren, als eine zwischen Membran und Centralkörper gewisser Bacillen gelegene und schwach gefärbte Rindenschicht beschreibt, muss ich einstweilen etwas skeptisch beurtheilen. Einerseits erwecken die gegebenen Bilder, z. B. diejenigen vom Cholerabacillus, den Verdacht, dass es sich um Schrumpfungserscheinungen des Inhalts in der Membran handeln könnte. Andererseits hingegen könnten auch gelegentlich gallertige Umhüllungen in Frage kommen, wie sie ja thatsächlich bei manchen Bacillen auftreten; was um so wahrscheinlicher ist, als bei einer von Bunge beobachteten Form (Bac. mucosus) auch Zustände vorkommen, bei welchen mehrere dieser vermuthlichen Centralkörper in einer gemeinsamen Kapsel liegen, Bilder, wie sie nach Bunge schon früher de Stöckelin gesehen

hat. Es liegt mir hier ferne, ohne eigene Bekanntschaft mit diesen Dingen eine Deutung zu versuchen, doch dürfte, wie gesagt, einstweilen grosse Vorsicht bei ihrer Verwerthung am Platze sein.

Heftig angegriffen wurden meine Auffassung des Bacterienbaues und insbesondere meine Angaben über *Spir. undula* durch Alfr. Fischer, der seine schon 1891 geäusserten Zweifel in der 1894 erschienenen umfangreichen Arbeit eingehender ausführt, ohne dabei jedoch, wie schon oben bemerkt, auch die grösseren Formen der Bacterien und die Cyanophyceen (meinen Angaben über letztere war er früher gleichfalls entgegen getreten) irgendwie zu berücksichtigen. Fischer behauptet nun, wie früher, dass meine Angaben für *Spirillum undula* nur auf dem Studium mangelhafter Präparate basirten, dass nämlich die von mir geschilderten hellen Enden dieser wie der übrigen sich ähnlich verhaltenden Formen (Figg. 4, 5 und 8 von 1890) nur auf einer durch Plasmolyse hervorgerufenen Zurückziehung des Plasmakörpers aus den Enden der Hülle beruhten und dass ebenso auch die mittlere helle Stelle, welche ich bei den in Theilung begriffenen Individuen des Spirillum gefunden habe, einer ähnlichen plasmolytischen Rückziehung, resp. Verunstaltung des Körpers ihre Entstehung verdanke. Gegenüber diesem Angriff muss ich nun zunächst bemerken, dass ich die hellen Endstellen des Sp. auch nach der Tödtung durch Osmiumdämpfe gefunden habe und zwar ganz regelmässig und von sehr gleichmässiger Beschaffenheit an den beiden Polen und dass die Erfahrungen, welche ich über die Wirkung der Osmiumsäuredämpfe, sowohl bei den grösseren Bacterien wie bei den Protozoën, gesammelt habe, durchaus dagegen sprechen, dass sie eine Retraction des Plasmakörpers in der geschilderten Form hervorrufen. Fischer setzt sich gerade über diesen Punkt sehr einfach hinweg, indem er p. 26 bemerkt: „*Wie Osmiumdämpfe wirken, habe ich nicht untersucht.*“

Seine Behauptung sucht er durch eine Anzahl beobachteter Zustände von *Sp. undula* zu erweisen, die Trockenpräparaten entstammen, welche nach der Löffler'schen Methode gefärbt waren. Dass diese Zustände thatsächlich plasmolytische und gleichzeitig sehr unregelmässige Retractionen des Inhalts zeigen, erscheint auf den ersten Blick sicher und es wird mir kaum Jemand zumuthen, dass ich derartige Exemplare für eine normale Erscheinung gehalten haben könnte. Auch ich habe hie und da Derartiges gesehen, mich jedoch wohl gehütet, darin etwas Normales zu erkennen. Sehr characteristisch erscheint aber, was Fischer p. 27 über das Vorkommen dieser verunstalteten Spirillen in seinen Trockenpräparaten bemerkt, nämlich dass sie sich mit einer einzigen Ausnahme an dem Rande des eingetrockneten Tropfens gefunden hätten, wo aus erklärlichen

Gründen die plasmolytische Wirkung stärker zur Geltung gelangt; dass hingegen die im Innern des Präparats gelegenen, bis auf ganz vereinzelte, keine solche Contractionen des Inhalts zeigten. Ich hätte demnach hauptsächlich die randlich gelegenen und deformirten Exemplare untersucht, ohne zu bemerken, dass sie von den weiter innen liegenden wesentlich abweichen. — Dem gegenüber muss ich betonen, dass ich meine Studien hauptsächlich an mit Jodalkohol (50%) conservirten und nicht angetrockneten Exemplaren gemacht und zwar an vielen Hunderten angestellt habe, was ich wegen einer Bemerkung Fischer's p. 28): „*wie viele Exemplare Bütschli beobachtete, lässt sich aus seiner Arbeit nicht ersehen, ob viele Hunderte wie ich, vermag ich deshalb nicht zu sagen*", hervorhebe. — Dass zwar das Studium von vielen Hunderten keine Garantie für die Richtigkeit des Gesehenen leistet, ersehe ich gerade aus Fischer's Arbeit. — Daneben habe ich auch Trockenpräparate, die z. T. auch mit Methylenblau oder Gentianaviolett gefärbt waren, untersucht und dies auf p. 21 ganz bestimmt angegeben, wesshalb ich nicht verstehe, warum Fischer auf p. 25 sagt: „ . . . *jedoch scheint Bütschli nach einer Bemerkung auf p. 11 auch Gentianaviolett oder Methylenblau benutzt zu haben.*"

Nun gebe ich gerne zu, dass bei einem so minutiösen Object die Entscheidung der Frage, ob die hellen Enden eine Retractionserscheinung sind oder auf der Gegenwart einer schwächer färbbaren Substanz beruhen, seine Schwierigkeiten hat und nicht einfach so oder anders entschieden werden kann. — Daher habe ich denn auch schon 1890 die Gründe meiner Auffassung angeführt; nämlich, es lasse sich hie und da bestimmt sehen, dass der Inhalt des gesammten hellen Endes sich etwas von der Membran zurückgezogen hat, worauf ein zarter Saum zu bemerken ist, der das helle Ende des zurückgezogenen Inhalts begrenzt (s. Figg. 17—19 Taf. III). Diese thatsächlich beobachtete, wenn auch gewöhnlich geringfügige Retraction des Inhalts war für mich der Hauptbeweis, dass die hellen Enden nicht durch Rückziehung entstehen, sondern als solche existiren. Durch Fischer's Figuren aber, welche beweisen sollen, es rührten diese von mir beobachteten Bilder daher, dass *ein durch Zerreissung entstehendes dünnes zartes Restchen nahe dem Ende hängen geblieben sei* (d. h. bei der Retraction), kann ich mich nicht bekehren lassen. Die von mir gesehenen und abgebildeten Zustände haben durchaus nichts Zerrissenes oder Deformirtes an sich, wogegen die von Fischer abgebildeten der ihnen gegebenen Deutung völlig entsprechen, wie ich gerne anerkenne. — Ebensowenig kann ich mich jedoch mit der Deutung des hellen Mittelstücks, welches ich bei den Theilungszuständen beschrieben habe, als einer Retractionserscheinung einverstanden erklären. — Der-

artige Retractionsvorgänge haben stets etwas Unregelmässiges, wie dies auch aus Fischer's Figuren deutlich hervorgeht, während die mittlere helle Theilungsstelle sich als eine sehr regelmässige und bei den ziemlich zahlreich beobachteten Exemplaren in gleicher Weise wiederholende vorfand, wie denn auch Mitrophanow (Taf. XIX Fig. 39a—b) zwei Exemplare abbildet, welche sie etwa gerade so zeigen, wie ich sie dargestellt habe. — Verschweigen will ich keineswegs, dass ich auch vielfach Exemplare fand, die von den hellen Endstellen nichts Deutliches zeigten (wie sie auch auf Taf. III Figg. 20—22 abgebildet sind). Ob in diesen Fällen die Stellen ganz fehlten oder ob die Färbung den Unterschied nicht deutlich machte, wage ich nicht sicher zu entscheiden; doch halte ich das letztere für wahrscheinlicher, da nach den Erfahrungen bei *Chromatium* und *Bact. lineola* sehr vorsichtige Färbung nöthig ist, um den Unterschied hervortreten zu lassen. Zu intensive Färbung hebt denselben in der Regel völlig auf und lässt das Ganze gleichmässig erscheinen. In diesem Fall befindet sich vermuthlich auch das auf Taf. I Fig. 19 photographirte und so sehr deutlich structurirte Exemplar, obgleich die Möglichkeit nicht ganz ausgeschlossen ist, dass es nicht zu *Spirillum undula* gehörte. — Das in gewisser Hinsicht sehr berechtigte Bestreben der Bacteriologen, die Bacterien möglichst intensiv zu färben, hat meiner Ansicht nach wesentlich dazu beigetragen, den von mir nachgewiesenen Unterschied zwischen Centralkörper und Rinde seither zu verdecken und die feineren Structurverhältnisse zu verschleiern. Dass dies der Fall sein muss, lässt sich ja auch aus den ähnlichen Verhältnissen bei der Färbung der Zellkerne leicht erkennen, ohne dass ich hier auf die zahlreichen Beispiele aus der Protozoënkunde etc. hinweise, wo trotz Färbungsversuchen die Kerne übersehen wurden. — Eine klare Differenzirung und Erkennung der Kerne mittels Färbung ist im Allgemeinen auf zwei Wegen zu erreichen. Einmal durch sehr vorsichtige und genau controlirte Färbung mit nicht zu concentrirten oder sogar stark verdünnten Lösungen, wodurch es gelingt, die den Farbstoff stärker aufnehmenden Kerne deutlich hervortreten zu lassen; wozu natürlich eine rechtzeitige Unterbrechung der Färbung gehört. Zweitens durch starke Ueberfärbung und darauf folgendes Ausziehen der Farbe unter Controle, so lange, bis sie vorwiegend an den Kernen haftet. — Dass bei Ueberfärbung die Kerne nicht hervortreten können, ist klar und jedem Histologen ausreichend bekannt. Wenn ich in meiner Arbeit von 1890 einen Schritt weiter kam, so beruht dies wesentlich darauf, dass ich durch Erfahrungen über vorsichtige Kernfärbung bei den Protozoën eine gewisse Uebung in dieser Technik besass, die ich auf das Gebiet der *Bacterien* und *Cyanophyceen* übertrug.

Ich begreife daher auch das Erstaunen Fischer's nicht, dass es ihm auf seinen, mit Anilinfarben intensiv gefärbten Trockenpräparaten der Bacterien nie gelang, den Centralkörper zu finden (p. 28). Er sagt darüber: *„Es unterliegt also keinem Zweifel, dass ich die Centralkörper hätte finden müssen, wenn sie da wären.“* Ob er zwar überhaupt eines der von mir geschilderten Bacterien, mit allseitig von Rindenschicht umgebenem, typischem Centralkörper, untersuchte, scheint mir zweifelhaft. — Das *Spir. undula* ist jedenfalls zur ersten Untersuchung des Centralkörpers ein sehr wenig geeignetes Object und konnte von mir auch nur auf Grund der Erfahrungen an den übrigen Formen in der angegebenen Weise gedeutet werden. — Weiterhin bemerkt er: *„oder ich habe die Centralkörper mit derselben einfachen Methode, mit der sie Bütschli färben konnte, nicht färben können. Da nun aber diese Methode nicht mehr Geschick und Ueberlegung verlangt, als ich zu besitzen mich bescheide, so kann wohl von einem Versagen der Technik in meinen Händen keine Rede sein.“* Demgegenüber muss ich einfach auf das oben Bemerkte verweisen, aus dem hervorgeht, dass es keineswegs so einfach ist, distincte Färbungen zu erzielen; auch bei der Anwendung von Methylenblau und Gentianaviolett erhält man gelungene Färbungen nur bei vorsichtiger und nicht zu weit getriebener Tinction. — Da Fischer mit Vorliebe die intensivsten, zur Geisseldarstellung dienenden Färbungsmethoden verwendete, so ist es mir ganz klar, warum er auf seinen Präparaten von den von mir geschilderten Färbungsdifferenzen nichts sehen konnte, ganz ebenso, wie ja auch zahlreiche Forscher, welche diese Färbungen schon früher angewendet hatten, nichts derart bemerkten.

Wie wenig geeignet Fischer's Präparate übrigens für die Untersuchung des feineren Baues der Bacterien waren, geht aus einer einfachen Betrachtung seiner Figuren hervor. Auf allen erscheint der Inhalt der Zelle einfach homogen, ganz gleichmässig dunkel, wie es eben die so vielfach abgebildeten, möglichst excessiv gefärbten Bacterienpräparate in der Regel zeigen. Nirgends ist in einer der abgebildeten Bacterien eine Spur von Structuren zu sehen, nirgends eines der so regelmässig vorhandenen rothen Körner. Ob Fischer auch diese Körner leugnet, da er sie ebensowenig gesehen, wie den Centralkörper, geht aus der Arbeit nicht hervor[1]).

[1]) Erst in jüngster Zeit hatte ich Gelegenheit, Trockenpräparate von Bacterien und sonstigen einzelligen Organismen, die nach der Löffler'schen Methode zur Darstellung der Geisseln gefärbt waren, zu untersuchen. — Nach diesen Erfahrungen kann ich sagen, dass bei dieser Färbung der Kern der präparirten Flagellaten und Infusorien nur selten hervortritt, vielmehr der Körper gewöhnlich ein intensiv rother Klumpen ist, in dem sich kaum etwas von dem inneren Bau erkennen lässt. Es bedarf daher wohl keiner weiteren Aus-

Bei der Beurtheilung des Bacterienbaues, wie sie Fischer gegen mich vorbringt, kann man doch nicht die von mir geschilderten Structuren einfach bei Seite schieben und trotzdem ein ganz positives Urtheil fällen. — Fischer bemerkt darüber ganz kurz und lakonisch p. 28: „*Auf die Wabenstructur einzugehen, war nicht beabsichtigt*“. Das glaube ich ihm recht gerne, denn wenn man davon gar nichts gesehen hat, wie die Figuren klar beweisen, wüsste ich nicht, wie man darauf hätte eingehen können; denn nachweisen zu wollen, dass auch die Wabenstructur nur eine plasmolytische Erscheinung ist, wäre doch etwas zu schwer geworden.

Nichts destoweniger ist sich Fischer völlig klar über den Bau der Bacterien und zwar ganz im Allgemeinen, wie es scheint. Denn auf p. 32 spricht er sich in dieser Hinsicht sehr bestimmt folgendermassen aus: „*Dieser*“ (d. h. der Protoplast der Bacterien) „*hat denselben Bau wie in ausgewachsenen Pflanzenzellen, er besteht aus einem der Zellwand angepressten dünnen Schlauch (Primordialschlauch, Wandbeleg) aus Protoplasma und umschliesst den Zellsaft, der den grössten Theil des Zellinnern erfüllt*“. Nun möchte ich mir nur die bescheidene Anfrage erlauben, auf welche Beobachtungen denn Fischer diese Behauptungen eigentlich gründet. Vergeblich schaue ich mich auf seinen Abbildungen nach einer einzigen um, die etwas von dem Primordialschlauch und von der grossen Zellsafthöhle der Bacterienzelle zeige. Ich sehe überall den Inhalt einförmig und gleichmässig dunkel; weder etwas von einem Primordialschlauch, noch von einer Zellsafthöhle vermag ich zu erkennen. Und wird Herr Fischer es etwa versuchen wollen, auch die von mir früher und jetzt wieder geschilderten Bauverhältnisse von *Chromatium*, *Ophido-*

führung, dass diese Methode eben das, was sie leisten soll, d. h. die Geisseln durch möglichst intensive Färbung deutlichst hervortreten zu lassen, sehr gut thut, dass sie hingegen, wie sich ja von vornherein erwarten liess, zur Darstellung der Färbungsunterschiede des Kerns und Plasmas sehr wenig brauchbar erscheint. Dennoch fällt es mir sehr auf, dass Fischer und Andere bei der Anwendung dieser Methode von den Structuren des Bacterienkörpers gar nichts gesehen haben; ich finde wenigstens sowohl auf den von mir angefertigten, wie den von Zettnow mir gütigst übersandten und nach derselben Methode gefärbten Trockenpräparaten ganz prächtig structurirte Exemplare von *Spirillum undula* und vielen anderen Bacterien. Wenn ich mich daher frage, warum bis jetzt so gar wenig von den, doch vielfach so sehr deutlichen feineren Structuren der Bacterien gesehen wurde, so kann ich dafür nur die Erklärung finden, dass die Präparate in der Regel in der von den Bacteriologen meist geübten Weise mit weit geöffnetem Beleuchtungskegel untersucht wurden; bei welchem Verfahren natürlich die Structurbilder völlig verschwinden und nur das Farbenbild übrig bleibt. Ich habe schon früher, bei Gelegenheit der Plasmastructuren auf die Mängel dieser Methode hingewiesen, jedoch gleichzeitig auch auf die Gefahren aufmerksam gemacht, welche bei der Untersuchung mit wenig geöffnetem Beleuchtungsapparat zu überwinden sind (vergl. 1892, p. 115, 136 ff.).

monas, *Bacterium lineola* etc. mit seinem Schema der Bacterienzelle zu vereinigen? Wo ist denn bei einer dieser Formen die grosse Zellsafthöhle? Mag man die Structuren dieser Formen beurtheilen, wie man will, eines ist sicher: ihr gesammter Inhalt ist eine plasmatische Masse und von einer Zellsafthöhle findet sich keine Spur. — Die Vorstellung, welche sich Fischer von dem Bau der Bacterienzelle gebildet hat, beruht jedoch auch in keiner Hinsicht auf der thatsächlichen Erforschung ihres Baues, sondern wird einfach aus ihrem Verhalten bei der Plasmolyse erschlossen. Die hierbei auftretenden Erscheinungen sind jedoch ganz vollkommen vereinbar mit dem von mir angegebenen alveolären oder Wabenbau; denn die zahlreichen kleinen, von Flüssigkeit erfüllten Wabenräume haben zusammen plasmolytisch ungefähr ganz dieselbe Wirkung, wie eine einheitliche grosse Zellsafthöhle.

Um meine Vorstellung, dass der Körper der kleinen einfachen Bacterien wesentlich nur aus einer dem Centralkörper der höheren entsprechenden Substanz bestehe, zu widerlegen, ergeht sich Fischer auf p. 29 in ganz unbegründeten Fictionen über den Centralkörper und seine Beschaffenheit. Er behauptet nämlich, die von ihm beobachteten Contractionen und Zerreissungen des Inhalts der Bacterienzelle bei der Plasmolyse seien ganz undenkbar, wenn der Körper der Bacterien der Centralkörper sei. — „*Denn*“, fährt er fort, „*der Centralkörper würde doch nach Bütschli's Auffassung ein fester gefügtes Ganzes bilden, so wie der Zellkern*“. Ich habe mich 1890 über den Aggregatzustand des Centralkörpers nicht ausgesprochen und bin auch nach den Erfahrungen, die ich über ihn bei Cyanophyceen und grösseren Bacterien besitze, keineswegs der Ansicht, dass derselbe *fest* sei. Möglich, dass er zähflüssiger ist, wie die Rindenschicht; gegen seine Festigkeit sprechen jedoch die Erfahrungen bei *Oscillaria princeps* und *Chromatium* ganz direct. Ich kann daher auch nicht im Geringsten zugeben, dass die von Fischer beobachteten plasmolytischen Zusammenziehungen und Zerklüftungen des Inhalts der kleineren Bacterien gegen dessen Centralkörpernatur sprechen und dies um so weniger, als plasmolytische Schrumpfungen und Deformationen des Inhalts echter Zellkerne jedem Histologen bekannte Dinge sind, weshalb solche Vorgänge auch nichts gegen die Zellkernnatur der Körpersubstanz der kleinen Bacterien beweisen können.

Wenn Fischer, wie in dem Vorstehenden erörtert wurde, den Centralkörper der Bacterien noch immer beharrlich und ganz allgemein leugnet, so dürfen wir doch fragen, wie er sich denn eigentlich die von mir für *Bact. lineola* und die *Schwefelbacterien* früher und jetzt wieder eingehend dargelegten Bauverhältnisse erklärt und wie speciell die bei

diesen Formen durch gelungene Färbung bestimmt erweisbare Differenz des Centraltheils und der Rinde. Nachdem ich auf der photographischen Tafel I dieser Abhandlung die von mir 1890 dargestellten Dinge objectiv genug, wie ich glaube, belegt habe, dürfte ich mich doch gegen den Verdacht, reine Phantasiegebilde ausgeheckt zu haben, nicht mehr zu vertheidigen brauchen.

Die aus den Bauverhältnissen des oben geschilderten *Spir. undula* geschöpfte Vermuthung, dass die Enden dieser Form von einer besonderen, der Rindenschicht vergleichbaren Masse gebildet werden, habe ich seiner Zeit auch durch die Beobachtungen an einer weiteren Bacterienform zu belegen gesucht (siehe Fig. 4a—c von 1890). Bei dieser ist die Erscheinung insofern klarer, als die dem Centralkörper vergleichbare, sich stärker tingirende wabige Masse im Verhältniss zu dem Gesammtkörper des Bacteriums bedeutend kleiner ist und daher die Annahme, dass die Erscheinung auf Contraction beruhe, ganz unwahrscheinlich. Ich habe zwei derartige, in der Theilung begriffene Bacterien auf Figg. 27 und 28 photographisch wiederzugeben versucht und obgleich diese Photographien nur sehr mässig ausgefallen sind, zeigen sie doch den characteristischen Unterschied deutlich und werden erläutern, dass die betreffenden Abbildungen aus dem Jahre 1890 zwar etwas schematisch, aber im übrigen ganz correct sind. Die stärker gefärbte, als Centralkörper gedeutete und stets sehr schön wabige Partie variirt hier in ihren relativen Grössenverhältnissen zu dem Gesammtkörper sehr erheblich, ja ich habe sogar Exemplare gesehen, wo nur eine sehr kleine, einwabige derartige Partie vorhanden war. In Bezug auf die Contractionshypothese betone ich hier besonders, dass bei sich theilenden Individuen die getheilten Centralkörper in den beiden jungen Individuen stets eine ganz entsprechende Lage besitzen, einerlei ob sie verhältnissmässig gross oder klein sind, ein Umstand, der sich mit einer Erscheinung, die so unregelmässig verläuft, wie plasmolytische Contractionen, durchaus nicht verträgt. Als besonders wichtig für die Beurtheilung der weniger gefärbten Partien der beiden Enden wurde schon 1890 darauf hingewiesen, dass ich zuweilen auch in deren Substanz eine sehr blasse wabige Structur beobachtete.

Das von mir 1890 auf Fig. 5 abgebildete Bacterium mit sehr deutlichen hellen Enden, sowie die auf Fig. 8 dargestellten bilde ich hier nochmals sorgfältiger ab (Taf. IV, Fig. 18 und 17) und verweise gleichzeitig auf die ganz ähnlichen Erfahrungen, die Zettnow (1891) bei *Proteus vulgaris* und dem sog. Korkzicherbacillus Löffler's erhielt.

Ich habe, wie schon früher geschildert wurde, noch eine Anzahl

kleinerer Bacterien studirt, die mir von einem Unterschied zwischen Centralkörper und Rindenmasse nichts mehr zeigten, obgleich sie ganz in der gleichen Weise wie die übrigen präparirt waren und sich meist auch mit diesen vereint in den Präparaten vorfanden. — Auch dieser Umstand spricht sehr erheblich gegen die Erklärung der oben geschilderten Zustände durch Plasmolyse, wie es Fischer will, da ja die jetzt noch zu schildernden Formen dieselben Einflüsse erfahren haben, wie die ersteren und doch nie etwas von deren eigenthümlichen Eigenschaften zeigten. — Unter diesen Formen gedenke ich hier an erster Stelle eines schwach rothbraunen und mässig grossen Spirillums, das ich im Jahre 1892 in grosser Menge in Sumpfwasser antraf und sowohl lebend als präparirt studirte. Diese Form zeigte die Wabenstructur des Körpers schon im lebenden Zustand vortrefflich, als die bewegliche Bacterie durch sorgfältiges Absaugen des Wassers zwischen Objectträger und Deckglas festgelegt, also auch etwas gepresst worden war. Leider gingen mir die nach solchen lebenden Exemplaren gefertigten Skizzen durch einen Zufall verloren, so dass ich hier auf die, nach einem mit Jodalkohol fixirten und mit Haematoxylin gefärbten Präparat hergestellte Photographie verweisen muss, die recht gelungen ist und den typisch einreihigen Wabenbau dieses Spirillums vortrefflich zeigt. In jüngster Zeit habe ich denn auch gelegentlich bei lebenden *Spirillum undula* und *volutans*, sowie bei Bacterien, die jenen der Figg. 27—28 sehr ähnlich waren, den Wabenbau recht deutlich gesehen. — Diese Erfahrungen erscheinen auch hier sehr wichtig, dá es ja keineswegs von vornherein sicher ist, dass diese Structuren nicht durch Gerinnung erzeugte, sondern dem lebenden Organismus eigenthümliche sind. Fast ebenso gut zeigt auch das photographische Bild Fig. 24 den einreihigen Wabenbau eines anderen feinen Spirillums, das sich gelegentlich in einem der Präparate vorfand und das ich, da es nur in wenigen Exemplaren beobachtet wurde, nicht näher zu bestimmen wage; doch dürfte es sich zunächst an das sog. *Spirillum tenue* anschliessen. — Endlich verweise ich auf die Photographie Fig. 26, die eine Gruppe der in Fig. 9 von 1890 und Fig. 24, Taf. III dieser Abhandlung dargestellten kleinen Bacterien wiedergiebt. Auch bei diesen, relativ so kleinen Formen ist der wabig-einreihige Bau, sowie der Besitz rother Körnchen ganz klar. Die Fig. 25 giebt gleichzeitig das Bild derselben Gruppe bei hoher Einstellung, wobei man deutlich erkennt, dass jede der bei tiefer Einstellung hellen Waben in einen dunklen Punkt übergeht, also der Wabeninhalt schwächer lichtbrechend ist, wie die umgebenden Wände.

Der hier wie 1890 geschilderte Wabenbau der kleineren Bacterien wurde auch schon vor mir gesehen, wie ich 1890, da ich nur einen ge-

drängten vorläufigen Bericht gab, nicht näher ausführte. Namentlich habe ich hier zunächst der sehr guten Abbildung zu gedenken, die Künstler 1889 von *Spirill. tenue* auf seiner Taf. 19, Fig. 9 gab. Dieselbe zeigt den einreihig-wabigen Bau ganz ebenso klar und deutlich, wie die hier mitgetheilten Photographien. Schon 1885 hat Künstler über den Bau der Bacterien bemerkt (p. 3): *„Der Körper wird von stark lichtbrechendem Protoplasma gebildet, welches, wie man allgemein annimmt, homogen sein soll, sich aber nach der Einwirkung von Reagentien aus Körperchen (corpuscules) zusammengesetzt erweist, die zu einem Faden aufgereiht sind, seltener zu zwei oder mehreren Reihen.“* Wie ich in meiner Arbeit über das Protoplasma auseinandergesetzt habe (1892, p. 119 ff.), war sich Künstler auch später nicht hinreichend klar über die Bedeutung derartiger Structuren, da er den Inhalt der Waben als das stärker tingirbare bezeichnet. Auch für das beobachtete *Spirillum tenue* wird die Angelegenheit wieder in der gleichen Weise dargestellt, indem Künstler auf p. 456 bemerkt, dass man nach der Färbung mit Noir de Collin, dem etwas Chromsäure zugesetzt war, eine *„alternance de zones claires et sombres, les parties claires entourant les parties colorées“* beobachte. Weiter heisst es: *„Cette structure vacuolaire, fort belle, est d'une finesse admirable, qui n'a de comparable que sa netteté. On voit le corps littéralement formé d'un protoplasma d'aspect dense, présentant dans son axe une série de cavités sombres, regulières arrondies, de mêmes dimensions et disposées en file axiale.“* — *„Quelques fois la régularité de cette file axiale est troublée et l'on voit les vacuoles former des zigzags plus au moins accusés, premier passage vers un état où elles forment une double file, à logettes alternantes, et qui est quelquefois atteint.“* Dass der von Künstler beobachtete Bau genau die von mir beschriebene Structur ist, unterliegt keinem Zweifel und ich muss gegenüber seiner Darstellung durchaus daran festhalten, dass der Inhalt der Vacuolen oder Waben sich nicht tingirt und schwächer lichtbrechend ist wie die Wände, daher bei tiefer scharfer Einstellung hell erscheint gegenüber den Wänden und umgekehrt bei hoher, wie dies ja auch die Photographien Fig. 25—26 klar zeigen.

Diese bei geeigneter Färbung häufig so deutliche alveoläre oder wabige Structur konnte auch von anderen Forschern nicht ganz übersehen werden. So wird z. B. von Ernst (1889) das häufige Vorkommen von Vacuolen oder *„Lücken“* in den untersuchten Bacterien erwähnt und abgebildet. Darunter sind auch einzelne Figuren, die sich der von mir geschilderten Wabenstructur sehr nähern (vergl. z. B. die Fig. 12, Taf. VI). Ernst scheint zwar der Ansicht zu sein, dass diese Vacuolenbildung stets eine Degenerationserscheinung sei, eine Ansicht, die ich nach den von mir gemachten Erfahrungen nicht theilen kann; obgleich es mir wohl mög-

lich erscheint, dass die Structur bei der Degeneration durch Anschwellung und Vergrösserung der Wabenräume deutlicher werden mag als bei normalen Zuständen.

Der von Babes (1889) bei dem Löffler'schen *Diphtheriebacillus* abgebildete Zerfall in zahlreiche quere Scheiben, die sich stärker wie die zwischengelagerten Partien färben (s. Fig. 14 und 15) und die ähnlichen Bilder, die er Fig. 40 von einem bei Gangrän beobachteten Baeillus giebt, dürften meiner Ansicht nach gleichfalls auf die einreihige Wabenstruetur zu beziehen sein. Babes erklärt zwar die ersteren für *„Entartungsformen"*, aber doch wohl nur desshalb, weil ihm diese Bauverhältnisse selten zu Gesicht kamen.

Ganz ähnliche Bilder hat später (1891) Protopopoff bei einem Bacterium der Kuhzunge und bei *Actinomyces* gefunden und als eine geschichtete Structur beschrieben. Ohne hier auf die Weiterbildungen, die Protopopoff aus diesen Strueturen entstehen lassen möchte, einzugehen, betone ich nur, dass diese geschichtete Structur jedenfalls dasselbe war, was ich als einreihige Wabenstructur beschrieben habe.

Mit meinen Befunden recht gut übereinstimmende Beobachtungen über die Wabenstruetur des Centralkörpers und der Rindenschicht hat Frenzel (1891) an den drei von ihm untersuchten, z. Th. sehr ansehnlichen Baeillen gemacht. Ohne hier in eine genauere Erörterung seiner Ergebnisse einzutreten, will ich nur betonen, dass er zwar mit der allgemeinen Auffassung, die ich über diese Strueturen 1890 und später, 1892, entwickelte, nicht in allen Punkten harmonirt, dass jedoch das Thatsächliche mit dem von mir Angegebenen in erwünschter Weise übereinstimmt und ich keinen Grund finde, die Richtigkeit der Hauptergebnisse Frenzel's in Frage zu ziehen.

Die einreihige Wabenstruetur ist es auch, die, meiner Ansicht nach, Ilkewitsch (1894) zu einer sehr eigenthümlichen Darstellung der Sporenbildung des *Milzbrandbacillus* verleitet hat. — Durch eine besondere Methode der Osmiumfärbung und Reduction erhielt er Bilder, die, insbesondere bei den kleineren Individuen, der von mir geschilderten einreihigen Wabenstructur ganz entsprechen. Seine Deutung dagegen ist eine sehr abweichende und wohl sicher irrthümliche. Er hält nämlich die Wabenräume für die Sporen. Dieselben sollen, wenn grösser, ein, seltener zwei dunkle Körperchen enthalten, welche als die Kerne der Sporen gedeutet werden. Sehr seltsam erscheint, dass er diese Sporen als stark lichtbrechend bezeichnet, sie jedoch auf den Figuren ganz hell darstellt; demnach wären sie also ganz ungefärbt und wohl zweifellos auch schwächer lichtbrechend wie die sie einschliessende Substanz. Wie gesagt, zweifle ich

nicht, dass diese angeblichen Sporen nichts anderes gewesen sind, wie die Wabenräume. Was aber die sog. Sporenkerne sind, vermag ich nicht sicher zu sagen, kann jedoch die Vermuthung nicht ganz abweisen, dass sie möglicher Weise nichts anderes waren, als der centrale dunkle Punkt, welcher naturgemäss bei etwas zu hoher Einstellung in jeder solchen schwächer lichtbrechenden Wabe auftreten muss. Dass gelegentlich auch zwei solch' scheinbare Kerne auf diesem Wege vorgetäuscht werden können, ist nicht unverständlich, wenn man bedenkt, dass die zarte Scheidewand zwischen zwei benachbarten Waben häufig so blass ist, dass sie leicht übersehen wird, wogegen die dunklen Punkte, welche die beiden Waben bei höherer Einstellung liefern, viel intensiver hervortreten. Meine Arbeit über den Bau der Bacterien erwähnt Ilkewitsch übrigens überhaupt nicht. — In dieser Deutung von Ilkewitsch's Ergebnissen werde ich durch den Schlusspassus seiner Arbeit weiter bestärkt. Hier heisst es nämlich: *„Zum Schlusse möchte ich erwähnen, dass bei der hier beschriebenen Färbungsmethode viele Bacillen aus einzelnen schwach gefärbten, stark lichtbrechenden Kokken zu bestehen scheinen, welche von einigen Verfassern für Sporen angesehen werden und zwischen welchen sich grössere und kleinere dunkelgefärbte Zwischenräume befinden. B. tuberculosis, B. diphtheriae, pyocyaneus, Koch's Kommabacillus, B. typhi abdominalis, B. coli communis, B. mallei u. a., sie alle erscheinen bei dieser Art von Färbung entweder paternosterförmig oder sie ähneln den kurzen Fäden des B. anthracis"*. Aus dieser Bemerkung dürfte doch klar hervorgehen, dass bei allen aufgezählten Bacterien die von mir geschilderte Wabenstructur beschrieben wird und zwar ganz richtig, abgesehen von der irrigen Auffassung der lichten Wabenräume als *„stark lichtbrechend"*. Wir erfahren daher auch in erwünschter Weise, dass diese Structur ungemein verbreitet ist, d. h. wohl allgemein vorhanden. — Ich weiss zwar sehr wohl, dass ich sie selbst bei gewissen kleinen Formen nicht sicher nachzuweisen vermochte, glaube mir jedoch auch Rechenschaft geben zu können, warum dies der Fall ist. Ich vermuthe wenigstens, dass in diesen Fällen die Färbung misslang, vielleicht nur desshalb, weil sich die Hülle sehr intensiv färbte, wodurch die Färbungsunterschiede des Innern verwischt wurden. Auch hinsichtlich der Wabenstructur mus ich bemerken, dass sehr starke Färbungen in der Regel keine deutlichen Bilder geben, wie dies ja aus den zahlreichen guten Photographien intensiv gefärbter Bacterien hervorgeht, die veröffentlicht wurden und auf auf denen nirgends eine Spur dieser Structur wahrzunehmen ist.

Es wurde soeben auf eine vermuthlich durch unrichtige Einstellung

hervorgerufene Täuschung bei Ilkewitsch hingewiesen. Im Anschluss hieran mag gleich einer Arbeit von Schottelius (1888) gedacht werden, bei der, wie ich ebenfalls anzunehmen gezwungen bin, Aehnliches eine verhängnissvolle Rolle gespielt hat. Schottelius will sich nämlich an lebenden wie an getrockneten und gefärbten Bacterien verschiedenster Art überzeugt haben, dass in deren Körper eine dunkler stabförmiger, zuweilen auch anscheinend aus Körnchen zusammengesetzter Körper vorhanden sei, der die ganze Axe durchziehe und den er als Zellkern deutet. In gefärbten Trockenpräparaten trat dieser Kern noch deutlicher hervor, wie an den ungefärbten Bacterien. — Aus Schottelius gesammter Darstellung, die leider von Abbildungen nicht begleitet ist, scheint mir nun hervorzugehen, dass hier eine Täuschung vorlag, hervorgerufen durch irrige, d. h. zu hohe Einstellung. Wie oben bemerkt, gibt jede schwach lichtbrechende Wabe bei hoher Einstellung das Bild eines dunklen Punktes (Fig. 25 Taf. II). Ist die hohe Einstellung etwas unscharf, oder sind die Waben sehr klein und gleichzeitig die angewandte Vergrösserung nicht ganz ausreichend, so fliessen diese dunklen Punkte für das Auge des Beobachters zu einem axialen dunklen Stäbchen zusammen, welches das ganze Bacterium durchzieht. — Zum Beweis dieser Angabe verweise ich auf die Fig. 21 Taf. I, welche ein *Spirillum undula*, von ganz ähnlichem Bau wie das Fig. 20 bei scharfer tiefer Einstellung dargestellte, bei *falscher hoher* Einstellung wiedergiebt und uns völlig das Bild vorführt, welches Schottelius von dem Bau der Bacterien mit ihrem dunklen Kern entwirft. Nehmen wir hierzu noch den Umstand, dass Schottelius den Kern stets als ein dem äusseren Umriss concentrisches Gebilde fand, also bei *Kokken* entsprechend kugelig, dass er ihn ferner überall, bei allen ihm zugänglichen Arten beobachtete und ihn auf den gefärbten Präparaten (Gentianaviolett oder Fuchsin) sehr dunkel, „*fast schwarz gefärbt*“ fand, so scheint mir dies Alles für die hier gegebene Deutung zu sprechen. Dazu gesellt sich, dass der verwerthete optische Apparat (Seibert Apochr. 2 m, Oc. 4, 6 und 8) zwar nicht ungenügend, aber die Ocularvergrösserung doch nicht ganz ausreichend erscheint. Hinsichtlich der Einstellung bemerkt Schottelius nur, dass sie sehr „*vorsichtig und genau*“ gemacht werden müsse.

Ueber die morphologische Deutung des Bacterien-Körpers und im Besonderen jenes der einfacheren Formen, wie sie eine Anzahl weiterer Beobachter nach dem Erscheinen meiner Arbeit entwickelten, will ich im Folgenden nur kurz berichten, um den Umfang dieser Schrift nicht zu sehr auszudehnen.

Die bald nach meiner Arbeit erschienene russische Publication von Wahrlich (1890) kenne ich nur aus Klein's Referat im C.-Bl. f.

Bacteriologie. Danach ist Wahrlich auf Grund mikrochemischer sowohl wie Färbungs-Versuche zu einer mit der meinigen im Wesentlichen ganz übereinstimmenden Ansicht gekommen. Wenigstens bemerkt der Referent selbst, dass *„die Differenzen mit den Resultaten Bütschli's untergeordnete Punkte betreffen und auf den verschiedenen Untersuchungsmethoden basiren."* Wenn Wahrlich hervorhebt, dass er zu der Deutung der Bacterienzelle als Zellkern schon vor dem Erscheinen meiner Schrift von 1890 gelangt sei, so kann mir dies nur angenehm sein, indem der objective Werth seiner Resultate für die Entscheidung dieser Frage dadurch wesentlich gesteigert wird, insofern dieselben also durchaus unabhängig und ohne den Einfluss meiner Ansicht entstanden. Dass ich von den Arbeiten Wahrlich's keinerlei Kenntniss hatte, bedarf natürlich keiner Versicherung. — Wer sich bemüht, zu verfolgen, wie ich schrittweise, von den grösseren Schwefelbacterien ausgehend, endlich auf durchaus erfahrungsgemässem Wege zu dem Resultat gelangte, dass der Körper der kleineren Bacterien in der Hauptsache dem Centralkörper oder Kern der höheren und der *Cyanophyceen* entspreche — ein Resultat, das mir durchaus unerwartet war — der wird zugeben, dass auch andere Forscher bei objectiver Würdigung der thatsächlichen Verhältnisse zu einer solchen Auffassung gelangen mussten. Denn, wie gesagt, irgend welche theoretischen Speculationen über die Bedeutung des Kernes oder dergleichen haben mich in keiner Weise geleitet; das Endergebniss war vielmehr der unabweisbare Schluss aus den Beobachtungen.

Ich betone dies hier, weil die Darstellungen verschiedener späterer Autoren dies Verhältniss gerade umgekehrt erscheinen lassen, d. h. so, als wäre ich zu meiner Deutung der Bacterien durch speculative Erwägungen über die Bedeutung des Zellkernes gelangt[1]). Dass ich am Schlusse meiner

[1]) Zum Beweise der Richtigkeit dieser Angabe, und um gleichzeitig zu zeigen, in welch' hohem Grade von gewisser Seite der Gedankengang der Schlussfolgerungen meiner Arbeit von 1890 in sein Gegentheil verkehrt wurde, verweise ich auf das, was Wiesner (1892) hierüber bemerkt (p. 261). Er sagt wörtlich: *„Neuestens wird aber von einer Seite"* (d. h. von mir) *„mit Rücksicht auf die grosse Bedeutung des Kerns bei der Vererbung, bei der Entstehung und Ausbildung und überhaupt beim Leben der Zelle, versucht, eine andere Auffassung an die Stelle der älteren zu setzen. Es betrachtet nämlich Bütschli einzellige Gebilde ohne sichtliche innere Differenzirung nicht wie bisher als individualisirte Protoplasmen, sondern als Zellkerne. Er sieht in den homogen (!!) erscheinenden Zellenleibern der Schizophyten im Wesentlichen Kerne, die nur mit einer mehr oder weniger deutlich erkennbaren Schicht von Protoplasma umkleidet sind".* Dass diese Darstellung, wie gesagt, den gesammten Gang meiner Untersuchungen und Schlussfolgerungen in sein Gegentheil verkehrt, bedarf keines Beweises und ich muss mich recht bestimmt dagegen verwahren, dass auf diese Weise bei Lesern, die meine Arbeit nicht kennen, der Schein erweckt wird, dass ich zu meinen Schlüssen über die morphologische Auffassung der Bacterien auf dem oben

Arbeit auf letztere Fragen kurz einging, um zu zeigen, dass das erhaltene, unerwartete Resultat mit den auf anderen Wegen erzielten Anschauungen über die Bedeutung des Zellkernes nicht im Widerspruch stehe und dann endlich noch einen kleinen speculativen Exkurs anknüpfte über die Bedeutung, welche dies Resultat für unser Urtheil über die wahrscheinliche Beschaffenheit der ursprünglichsten Organismen und ihre allmähliche Entwickelung zu einer typischen Zelle haben dürfte, dies ist doch ganz natürlich und in keiner Hinsicht ein Beweis, dass ich mich von Speculationen leiten liess. Im Gegentheil finde ich vielmehr bei vielen derjenigen Forscher, welche sich mit meiner Ansicht nicht befreunden konnten, dass sie sich hierzu wesentlich durch theoretisch-speculative Gründe bestimmen lassen, wie wir gleich näher erfahren werden.

Dass ich gewissen Gelehrten auch nicht weit genug gehe, wenn ich die Hauptmasse des Körpers der kleineren Bacterien und den erheblicheren Theil des der grösseren aus Kernmasse bestehend fand, erfuhr ich aus einer jüngst erschienenen Schrift von J. Pérez (1894). Derselbe kann sich nicht damit befreunden, dass ich die Rindenschicht der grösseren Bacterien für Plasma erkläre und ebensowenig mit der Auffassung der Membran als eines Plasmagebildes. Sein Argument zwar (p. 19), dass sich eine eigentliche Zellmembran und das Plasma nicht färbten, lässt auf eine sehr geringe Erfahrung auf diesem Gebiet schliessen. Nach Pérez sind daher die Bacterien nur Kerne und nichts wie Kerne. Von den Geisseln spricht er eigenthümlicher Weise nirgends. Dass Pérez diese Auseinandersetzung gleichzeitig benutzt, um, nach bekannten Mustern, die von mir angestellten Versuche, gewisse Eigenthümlichkeiten des Protoplasmas unserm Verständniss näher zu rücken, als „*absolument inutiles*“ (p. 8) zu bezeichnen, muss ich, wie Aehnliches, über mich ergehen lassen. Erstaunlich scheint es mir nur, dass in gewissen Köpfen die fixe Idee, dass ich mir die Aufgabe gestellt hätte, „*Protoplasma*“ künstlich zu machen, nicht ausrottbar

citirten, rein theoretisch-speculativen Wege gelangt sei. — In welcher Weise Wiesner mit meinen Ergebnissen, nachdem er sie in der obigen Weise umgeprägt hat, argumentirt, dürfte sich aus dem seltsamen Ausspruch ergeben, der auf p. 263 steht. — „*Wir sagen, die Hefe ist eine kernlose Zelle. Nach Bütschli müsste man dagegen diesen einzelligen Organismus als einen Kern betrachten, der von einer gewöhnlichen Zellhaut umschlossen ist*“. Ich habe über die Hefezellen mich nirgends ausgesprochen, da ich sie nicht untersucht habe und hätte mir daher auch niemals erlaubt, einen derartigen Schluss auf Grund meiner Erfahrungen an den Bacterien zu ziehen. Natürlich stehen auch die Cyanophyceen für Wiesner auf einer Stufe der phylogenetischen Entwickelung, „*auf welchen eine Differenzirung der lebenden Substanz in Kern und Plasma noch nicht eingetreten ist oder erst beginnt*“ (p. 266). Dass er bei der Beurtheilung dieser Frage nur Zacharias und Scott als seine Berather aufführt, während er wenige Seiten früher meine Ansicht über die Bacterien als auf speculativem Wege gewonnen darstellt, erscheint mir auch recht eigenthümlich.

erscheint, eine Ideenverwirrung, die wohl z. Th. dadurch hervorgerufen wurde, dass meine Untersuchungen den betreffenden Kritikern nur aus zweiter Hand und nicht im Original bekannt geworden sind.

Zwei Publicationen aus dem Jahre 1892, die eine von Sjöbring, die andere von Trambusti und Galeotti, die sich mit der Kernfrage bei gewissen Bacterien befassen, geben mir nur wenig Veranlassung zu Bemerkungen, da diese vereinzelten Befunde sich der Beurtheilung schwer unterwerfen lassen. Was Sjöbring bei *Bacillus anthracis* und *subtilis* von kernartigen Gebilden beschreibt, erinnert zwar etwas an den von mir bei dem *Bacterium* Figg. 27 und 28 Taf. II gesehenen Centralkörper; das, was ich jedoch selbst an Bacillen sah, die ich für Heubacillen halten muss, steht durchaus nicht im Einklang mit den Ergebnissen von Sjöbring, wesshalb ich fast geneigt bin, anzunehmen, dass es sich bei ihm um eine andere Form gehandelt hat. Ich habe in Heuaufgüssen auch das auf Taf. IV Figg. 14—16 dargestellte Bacterium häufig beobachtet, das einen sehr deutlichen Centralkörper und rothe Körnchen zeigt und dessen Bau sich viel eher mit den Ergebnissen Sjöbring's vereinigen liesse. Wenig wahrscheinlich kommen mir dagegen Sjöbring's Ergebnisse an den Kokken der Hühnercholera vor, wo er Anzeichen von karyokinetischer Theilung eines kernartigen, stark färbbaren Einschlusses beobachtet haben will.

Noch weniger zwar weiss ich mit den Ergebnissen Trambusti's und Galeotti's zu beginnen, obgleich dieselben von Mitrophanow (p. 42) als ganz besonders wichtig hervorgehoben, jedoch weiter nicht viel berücksichtigt werden. Aus gewissen Anordnungsverhältnissen der mit Safranin färbbaren Körnchen in dem Bacillus auf *Mitose* zu schliessen, wie die Verfasser es thun (p. 722), dürfte doch zu weit gehen. Uebrigens scheint es, dass ihre Ansicht über die Natur der Bacterienzelle (speciell des von ihnen studirten Bacillus) sich mit der meinigen und der Wahrlich's deckt, wenn auch ihre Litteraturkenntniss so ungenügend ist, dass sie Ernst als den Begründer derselben aufführen. Meine Arbeit von 1890 dürften sie, wie auch das falsche Titelcitat verräth, wohl gar nicht gesehen haben.“

Wie für die grösseren Schwefelbacterien ist Mitrophanow auch für die kleineren Formen ein Gegner meiner Auffassung. Da er die Existenz eines scharf umschriebenen Centralkörpers oder Kerns auch bei den Schwefelbacterien nur in Ausnahmefällen zugibt, in den gewöhnlichen Zuständen dagegen die Kernelemente in einer mir nicht recht klaren Weise durch das gesammte Plasma vertheilt denkt, so ist er natürlich erst recht nicht geneigt, bei den kleineren die Existenz eines solchen Centralkörpers zuzugestehen. Vielmehr zeigt nach ihm der Körper der

kleineren Bacterien stets diese Vertheilung der Kernelemente durch das gesammte Körperplasma. Diese Kernelemente, die er mit Vorliebe auch „*éléments nucléolaires*“ (siehe oben p. 34 ff.) nennt, sind die von ihm mit Methylenblau oder Haematoxylin gefärbten Körner, die zweifellos identisch sind mit den Körnern von Babes, Ernst und den rothen oder Chromatinkörnern, die ich beschrieb, und die auch Mitrophanow (p. 43) als Chromatinkörner auffasst. Zuweilen hat er nun diese Chromatinkörner auf den vorhergehenden Seiten auch anstandslos „*Kerne*“ genannt (p. 30, 33, 34) und er fühlt daher die Verpflichtung, sich über diese schwankenden und das Verständniss der Arbeit sehr störenden Bezeichnungen zu äussern (p. 43). Wir erfahren daher, dass bei den Schwefelbacterien alle den typischen Kern zusammensetzenden Theile, d. h. Chromatinkörner, Gerüst (Linin) und Kernsaft vorhanden sein können (d. h. zuweilen), bei den einfacheren Bacterien dagegen sei dies anders. Hinsichtlich dieser wird gesagt: „*mais une ou même deux parties*“ (d. h. des Kerns) „*peuvent immédiatement manquer, se trouvant encore dans une état sans forme dans le corps protoplasmatique. C'est cet état imparfait du noyau qui parait être typique pour les bactéries sans couleur. Leur corps protoplasmatique contient dans un état potential aussi les parties constitutives du noyau mais ne sépare que les éléments de chromatine en forme de grains; et comme ce sont les seuls représentants du noyau dans la céllule bactériale — c'est à eux que peut être appropriée la détermination de noyau*“.

Diese Logik scheint mir doch eine ernstliche Kritik nicht zu vertragen, denn wenn die Körner *Chromatinkörner* sind, d. h. gewissen bestimmten Theilen typischer Kerne entsprechen, so sind sie eben Chromatinkörner und keine Kerne, daran wird keine Deutelei etwas ändern können. — Aber in dieser ganzen Argumentation steckt ein sehr erheblicher Theil vorgefasster Meinung und zugleich speculativer Vorstellungen. Für die Behauptungen, dass das Protoplasma der Bacterienzelle die beiden andern Kernbestandtheile „*potentiell enthalte*“ und dass die Chromatinkörner von dem Plasma hervorgebracht worden seien (*„sépare les éléments de chromatine en forme de grains“*), fehlt jede thatsächliche Grundlage. Die vorgetragene Auffassung ist durchaus auf die nicht bewiesene, rein speculative Vorstellung gegründet, dass die Kerne Erzeugnisse des Plasmas seien, eine Vorstellung, welche, wenn man auch die Beobachtungen Mitrophanow's in allen Theilen für richtig halten wollte, aus ihnen in keiner Weise zu begründen ist und aus den Verhältnissen der typischen Kerne und Zellen sich erst recht nicht folgern lässt. Mitrophanow bemerkt denn auch p. 44 über den Kern: „*Ce pernier est un produit du protoplasme, ce substratum de vie*“.

Wie gesagt, finde ich für diese Behauptung in der Arbeit keinerlei genügende Anhaltspunkte, sondern nur das Bestreben, die zum Theil unsicheren Beobachtungen diesem Schema möglichst entsprechend zu deuten.

Den von mir geschilderten und auch in dieser Abhandlung wieder erläuterten sehr klaren Fall des *Bacterium lineola* lässt Mitrophanow bei seinen Erörterungen ganz bei Seite, was zum Theil erklärlich ist, da seine eigenen, jedenfalls sehr ungenügenden Studien über diese Bacterienform Resultate ergaben, die mit den meinigen in gar keine Beziehung zu bringen sind und die ich, wie gesagt, für ungenügende erachten muss. Gerade meine Erfahrungen an dieser Form jedoch liegen so klar, dass wir durch sie, wenn wir einerseits die höheren Bacterien, andererseits die einfacheren vergleichen, meiner Ansicht nach, ganz zwingend zu dem Schluss geführt werden, den ich 1890 hinsichtlich des Baues der einfacheren Bacterien zog. — Der durch Haematoxylin sowohl, als wie durch vorsichtige Behandlung mit Anilinfarben stärker tingirbare Centralkörper dieser Form, der ausserdem die characteristischen rothen Körner des Centralkörpers der höheren Formen enthält, entspricht in jeder Hinsicht dem Centralkörper der Schwefelbacterien und Cyanophyceen. Betrachten wir demgegenüber die einfacheren kleinen Bacterien bei wohl gelungener, jener der gut gefärbten *Bact. lineola* entsprechenden Tinction, so finden wir, dass ihre gesammte Körpersubstanz sich sowohl hinsichtlich der Structur wie der Färbung ganz ebenso wie der Centralkörper des *Bact. lineola* verhält. Ein Hauptgewicht müssen wir dabei auf die richtige, gelungene Färbung legen, wie ich schon mehrfach betonte. Wir dürfen dieselbe jedenfalls in beiden Fällen als gleich und gelungen betrachten, wenn die characteristische Differenz zwischen dem blauen Gerüstwerk des Centralkörpers und den deutlich rothen Körnern scharf erkennbar ist. Wenn dieser Unterschied in den kleinen Bacterien klar und bestimmt hervortritt, was, wie ich schon mehrfach bemerkte, durchaus nicht stets der Fall ist, da ein Mehr oder Weniger der Färbung die Deutlichkeit beeinträchtigt, resp. auch den Unterschied ganz aufhebt[1]), — dann, wie gesagt, kann kein Zweifel bestehen, dass sich bei den kleineren Bacterien einerseits die gesammte wabige Körpersubstanz genau so färbt wie der Centralkörper des *Bact. lineola* und der Schwefelbacterien und dass andererseits die rothen Körner, die bei den letzteren in dem Centralkörper und besonders in dessen Oberfläche sich befinden, bei den einfachen Formen in der gesammten Körpersubstanz und auch da wieder mit besonderer Vorliebe

[1]) Wozu sich ferner, wie ich für die Schwefelbacterien früher und in dieser Arbeit ausführte, auch sonstige, bis jetzt unkontrolirbare Hindernisse gesellen können, die das Misslingen der Färbung bewirken.

BIOLOGICAL LA... WOODS HOLE

in den oberflächlichen Knotenpunkten des Gerüstwerkes liegen. — Diese beiden scharf feststellbaren Punkte nun scheinen mir keine andere Deutung, als die von mir schon 1890 gezogene, zuzulassen, dass die Körpersubstanz der einfachen Bacterien dem Centralkörper oder Kern der höheren entspricht und dass wir daher eine Rinde oder ein Plasma höchstens in der Membran und den Geisseln, insofern beide vorhanden sind, suchen können, dass also das Plasma hier jedenfalls nur minimal ausgebildet ist.

Ganz ohne Bedeutung scheint mir für die Richtigkeit dieser meiner Auffassung die besondere Frage zu sein, ob die bei *Spirillum undula* und anderen Bacterien gesehenen hellen Enden im Leben vorhandene oder, wie Fischer und Andere wollen, nur Retractions-Erscheinungen sind. Wäre auch das letztere der Fall, was ich ja nach dem oben darüber Bemerkten nicht zugeben kann, so würde dies, wie gesagt, meine Deutung jener besonderen Formen nur insoweit alterieren, als ich dann zugeben müsste, dass auch sie den Bau der ganz einfachen besitzen, d. h. dass sie nur aus Centralkörpermasse beständen.

Einer der Mitrophanow'schen im Allgemeinen völlig entsprechenden Ansicht begegnen wir bei Nadson (1895). Auch er spricht sich auf Grund seiner wenig ausgedehnten Untersuchungen einfacherer Bacterien dahin aus (p. 72): *„dass der undifferenzierte Protoplast solcher Bacterien in sich potentiell nicht nur den Kern (Centralkörper) allein, sondern auch das Protoplasma enthält. Er entspricht also dem ganzen Protoplast anderer Organismen. Wenn wir uns den typischen Zellkern mehr oder weniger gleichmässig in der Masse des Zellinhalts verstreut vorstellen, so werden wir in diesem Falle einen dem undifferenzirten Bacterien-Protoplaste äquivalenten Protoplast haben. Der Zellkern ist phylogenetisch nicht älter und nicht jünger als das Protoplasma. Am richtigsten erscheint dem Verf. die Vermuthung Wiesner's, nach welcher „Kern und Protoplasma phylogenetisch gleich alt sind.“*“

Nadson schlägt dann weiterhin vor, den Protoplast der Bacterien und Cyanophyceen als *„Archiplast“* zu bezeichnen, zum Unterschied von dem höheren typischen Protoplast, der einen *„morphologisch gesonderten Zellkern“* enthält. Ich habe gegen Nadson's Auffassung, die, wie gesagt, mit der Mitrophanow's in allem Wesentlichen übereinstimmt, auch dieselben Einwände zu erheben, vor Allem den, dass sie eben nicht, wie Nadson meint, mit den Beobachtungen und Betrachtungen, auch seinen eigenen, am besten übereinstimmt. Ich halte aber auch die Hypothese Wiesner's, — die übrigens nichts Anderes ist, wie die ältere E. v. Beneden's und Häckel's von dem *Plasson*[1]), das sich

[1]) Um Missverständnisse auszuschliessen, dürfte es sich empfehlen, die Wiesner'sche Ansicht, die auf p. 266—67 seiner Schrift (Die Elementarstructur und das Wachsthum der

später in Kern und Protoplasma differenzire, in ein wenig anderem Gewande — für durchaus unbegründet, ein hypothetisches Schema, das von den Erfahrungen in keiner Weise unterstützt wird, ja dem gerade die Thatsachen, welche uns die Bacterien an die Hand geben, direct widersprechen.

Für die Differenzirung des Kerns und des Protoplasmas aus einem ursprünglichen *Archiplasma* sind wir nicht im Stande, irgend welche begründete Erfahrungen anzuführen, und der Gebrauch von Worten wie *„potentiell“* und dergleichen, die nur dazu dienen können, die bestehende Unkenntniss zu verschleiern, dürfte am besten vermieden werden. Nirgends findet sich eine Erfahrung, welche dafür spräche, dass sich aus einer, ursprünglich im *„Archiplast“* mehr oder weniger zerstreuten Kernsubstanz ein zusammenhängender Zellkern gewissermassen herauskrystallisirt

---

lebenden Substanz. Wien 1892) näher dargelegt wird, ein wenig genauer zu erörtern. Da nämlich Wiesner, wie ja oben nach Nadson ausgeführt wurde, schliesslich bemerkt, dass Kern und Protoplasma *„in jeder Zelle als gleich alt anzunehmen sind“* (p. 267), so liesse sich auch vermuthen, dass er eigentlich eine ähnliche Ansicht ausgesprochen habe, wie ich sie am Schlusse dieser Arbeit als eine Möglichkeit darstellen werde. Dass dem jedoch nicht so ist, sondern, dass Wiesner nur die ältere *Plassonlehre* Beneden's, die ja auch Häckel zu ihren Anhängern zählt, wieder aufwärmte, indem er statt Plasson *„Archiplasma“* setzte, ist bei genauerer Durchsicht seiner Darstellung ganz klar. Auf p. 266 spricht Wiesner sich hierüber folgendermassen aus: *„Der rudimentäre Zellenleib vereinigte in sich noch — in primitivster Form — die Eigenschaften des Kerns und des Protoplasmas. Aus diesem homogenen, rudimentären Zellenleib — aus diesem Archiplasma — ist erst das hervorgegangen, was wir heute in fast allen Zellen sehen: Protoplasma und Kern. So gedacht, müssen Kern und Protoplasma gleichzeitig entstanden sein.“* Einige Zeilen früher wird die Gegenwart dieser beiden Bestandtheile der Zelle als eine *„morphologische Differenzirung“* bezeichnet. Hiernach kann es also keiner Frage unterliegen, dass Wiesner in seiner Archiplasmahypothese genau dasselbe entwickelte, was E. van Beneden schon 1871 (Bullet. Acad. r. Belgique (2), T. 31, p. 22 d. S.-A.'s) in seiner *Plassonhypothese* dargelegt hatte. Wiesner selbst gedenkt der Beneden'schen Lehre nicht. Gegen diese Plassonlehre habe ich mich schon 1876 (Ueber die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung etc. p. 196 Anm.) gewendet und kam dabei zu dem Ergebniss, das ich in folgenden Worten aussprach, die hier nochmals wiederholt werden mögen, da sie ersichtlich seither wenig Beachtung fanden: *„Ich kann mich nicht der Ueberzeugung verschliessen, dass Begriffe, die wie die des Plassons im Beneden'schen Sinne, einfach durch das Plus oder Minus eines Bestandtheils bestimmt werden, dessen Eigenschaften, Entstehung und Bedeutung völlig unbekannt sind, sicherlich nur eine Scheinbedeutung besitzen“*. Einen Grund, diese früher geäusserte Ansicht zu Gunsten des Wiesner'schen Archiplasmas zu ändern, liegt nicht vor, da dieses, wie gesagt, nichts weiter als das Plasson unter anderem Namen ist. — Aber die Grundlage, auf welcher Wiesner überhaupt zu der Aufstellung dieses Begriffes gelangte, ist eine ganz unhaltbare. Seine auf Krasser's Untersuchungen über die Hefezellen gestützte und hartnäckig wiederholte Behauptung, dass diesen Organismen ein Kern fehle, dass hier vielmehr die Nucleinsubstanz gleichmässig im Plasma vertheilt und dieses daher als ein Archiplasma aufzufassen sei, wird durch die späteren Arbeiten über den Kern der Hefezellen (Möller, Janssens) als irrig erwiesen.

habe. — Das Einzige, was sich nach meinen Untersuchungen über die Bacterien sagen lässt und woran ich auch heute festhalte, ist, dass die Wahrscheinlichkeit durchaus dafür spricht, dass die ursprünglichsten Organismen ihrer Hauptmasse nach aus Kernsubstanz und nur aus einem Minimum von Protoplasma bestanden und dass dieses letztere sich erst bei den höheren reichlicher entwickelte. Ob wir jedoch daraus schliessen dürfen, dass es auch ganz plasmalose lebende Kernsubstanz gibt oder gab und erst nachträglich von dieser Plasma gebildet wurde, oder ob die Kernsubstanz stets mit etwas Plasma verbunden war, dies sind Fragen, die nicht durch schematische hypothetische Annahmen entschieden werden können, zu deren Lösung uns jedoch ernstliche weitere Forschungen vielleicht einen Fingerzeig zu geben vermögen.

Noch weniger wie früher kann ich jetzt einer solchen Auffassung, wie sie Beneden's Plassonlehre zu Grunde liegt, — die jedoch, wie hervorgehoben zu werden verdient, zu einer Zeit aufgestellt wurde, als Niemand an gelegentlicher freier Kernbildung im Plasma zweifelte — oder der Archiplasmahypothese Wiesner's zustimmen. — Wenn es überhaupt erlaubt wäre, auf Grund unserer derzeitigen Erfahrungen eine Hypothese über die erste Entstehung der beiden Grundbestandtheile der Zelle und damit der Zelle überhaupt aufzustellen, so schiene mir noch die meiste Wahrscheinlichkeit für eine solche zu sprechen, welche diese beiden Theile, d. h. Kernsubstanz und Protoplasma, gleichzeitig entstanden annimmt und gerade in dem Zusammentreffen dieser beiden Substanzen den Ausgangspunkt der Lebensvorgänge erblickt. Hierdurch würde der Erfahrung, dass die Lebensvorgänge allgemein aus dem Zusammenspiel dieser beiden Theile zu resultiren scheinen, jedenfalls besser Rechnung getragen, wie durch die Plasson- oder Archiplasmahypothese. Immerhin ist nicht zu verkennen, dass die Bauverhältnisse der einfachsten Bacterien, die jedenfalls nur eine sehr geringe Menge von Plasma besitzen, auch einer solchen Hypothese gewisse Bedenken entgegenstellen. Da jedoch diese kleinsten Organismen der Untersuchung naturgemäss die grössten Schwierigkeiten bereiten, so dürften, wie ich gerne anerkenne, die Acten über sie noch lange nicht geschlossen erscheinen.

Heidelberg, November 1895.

Litteratur.

Ausführlichere Verzeichnisse, auch der älteren Litteratur über die Cyanophyceen, siehe in den Schriften von Zacharias, Palla und Nadson. Einzelne mir nicht zugängliche Arbeiten von Dangeard, Chodat und Mallinesco, Wager, Strauss etc. wurden hier nicht aufgeführt, da ich dieselben im Text doch nicht zu berücksichtigen vermochte.

Babes, V., Ueber isolirt färbbare Antheile der Bacterien. Zeitschrift f. Hygiene. Vol. V. 1889. p. 173—90. Tf. II.

Bütschli, O., Ueber den Bau der Bacterien und verwandter Organismen. Leipzig 1890. 1 Tf.

— — Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig 1892. p. 75—79 und p. 128—129.

Bunge, R., Zur Kenntniss der geisseltragenden Bacterien. Fortschr. d. Med. Bd. XII. 1894. Nr. 17. p. 653—70. Tf. I. (Cbl. f. Bact. Bd. 16. p. 700—701).

Cohn, F., Untersuchungen über Bacterien. II. In Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. I. Hft. II. 1872, p. 127 ff. u. Hft. III, 1875, p. 141 ff. 3 Tf.

Deinega, Val., Der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse über den Zellinhalt der Phycochromaceen. Bullet. soc. Imp. natural. Moscou 1891. Nr. 2. 1 Tf.

Ernst, P., Ueber Kern- und Sporenbildung der Bacterien. Zeitschr. f. Hygiene. Bd. V. 1888. p. 428—86. 2 Tf.

Fischer, Alfr., Die Plasmolyse der Bacterien. Berichte der k. sächsischen Ges. d. Wissensch. Mathem.-physik. Klasse. 1891. p. 52—74. 1 Tf.

— — Untersuchungen über Bacterien. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 27. 1894. Hft. 1. 5 Tf.

Förster, Fr., Ueber eine merkwürdige Erscheinung bei Chromatium Okenii Ehrbg. Cbl. f. Bacteriologie. Bd. XI. 1892. p. 257. 1 Tf.

Frenzel, Joh., Ueber den Bau und die Sporenbildung grüner Kaulquappenbacillen. Zeitschr. f. Hygiene und Infectionskrankheiten. 1891. p. 207—36. Tf. 14.

Hieronymus, G., Beiträge zur Morphologie und Biologie der Algen. In Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. V. 1892. p. 461—92 Tf. 17.

— — Ueber die Organisation der Phycochromaceenzellen. Bot. Zeitung. 1893. p. 73.

Ilkewicz, W., Ueber die Kerne der Milzbrandsporen. Cbl. f. Bacteriologie. Bd. XV. 1894. p. 261—67.

Keuten, J., Die Kerntheilung von Euglena viridis Ehrb. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 60. 1895. p. 215—35. Tf. XI.

Künstler, J., La position systématique des Bacteriacées. Journal de Micrographie. T. IX. 1885. p. 248 u 295. Pl. IV.

— — Récherches s. la morphologie des Flagellés. Bullet. scientif. de France et de la Belgique. T. XX. 1889. p. 399—515. Pl. 14—22 (speziell p. 456—57 u. Pl. 19. Fig. 9.)

Lauterborn, R., Ueber Bau und Kerntheilung der Diatomeen. Verhandl. des naturhist.-medic. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. 5. 1893. p. 179—202. Tf. III.

Marx, F. A., Untersuchungen über die Zellen der Oscillarien. Inaug.-Diss. Erlangen. Schwelm 1892. pp. 24. 1 Tf.

Mitrophanow, P., Études sur l'organisation des Bactéries. Journal internat. d'Anatomie et de Physiologie. 1893. T. X. 57 pp. 2 Tf. (Auszug einer grösseren russisch. Arbeit in „Travaux de laboratoire zootomique de l'université de Varsovie").

Nadson, P., Ueber den Bau des Cyanophyceenprotoplasts. Scripta botanica T. IV. 1895. pp. 76. 1 Tf. (russisch mit kurzem deutschem Resumé).

Palla, E., Beitrag zur Kenntniss des Baues des Cyanophyceen-Protoplasts. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 25. 1893. p. 511—562. Tf. 24—25.

Pérez, J., Protoplasme et noyau. Mémoires d. l. société sciences physiqu. et nat. Bordeaux. (4. s.). T. IV. 1894.

Protopopoff, Sur la question de la structure des bactériés. Annales institut Pasteur. Vol. V. 1891. p. 332—36. Pl. VIII.

Schewiakoff, W., Ueber einen neuen bacterienähnlichen Organismus des Süsswassers. Verh. d. naturh.-medic. Vereins Heidelberg. N. F. Bd. V. 1893. p. 44—79. Tf. II.

Schottelius, M., Beobachtungen kernartiger Körper im Innern von Spaltpilzen. Cbl. f. Bacteriologie, Bd. 4. 1888. p. 705—709.

Sjöbring, N., Ueber Kerne und Theilungen bei den Bacterien. Cbl. f. Bacter. Bd. XI. 1892. p. 65—68. Tf. 3.

Stockmayer, S., Ueber Spaltalgen. Berichte der deutsch. bot. Gesellsch. 1894. p. 102—104.

Trambusti, A. und Galeotti, G., Neuer Beitrag zum Studium der inneren Structur der Bacterien. Cbl. f. Bacter. Bd. XI. 1892. p. 717—22. Tf. 9.

Wahrlich, Bacteriologische Studien. I. Zur Frage über den Bau der Bacterienzelle II. Bacillus n. sp., die Entwickelungsgeschichte und einige biolog. Eigenthümlichkeiten desselben. Scripta botanica St. Petersburg 1890/91. 3 Tf. (siehe Ref. im Cbl. für Bacteriologie. XI. p. 49).

Winogradsky, S., Ueber Schwefelbacterien. Bot. Zeitung 1887. p. 493 ff.

— — Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bacterien. Hft. I. Zur Morphologie und Physiologie der Schwefelbacterien. Leipzig 1888. 4 Tf.

Zacharias, E., Beiträge zur Kenntniss des Zellkernes und der Sexualzellen. Botanische Zeitung 1887. p. 301.

— — Ueber die Zellen der Cyanophyceen. Botan. Zeitung 1890. Nr. 1—5. 1 Tf.

— — Referat über Bütschli: „Ueber den Bau der Bacterien und verwandter Organismen." Botan. Zeitung 1890 p. 463—65.

— — Ueber Val. Deinega's Schrift „Der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse über den Zellinhalt der Phycochromaceen." Botan. Zeitung 1891. p. 664—68.

— — Ueber die Zellen der Cyanophyceen. Botanische Zeitung 1892. p. 624.

— — Ueber die Zellen der Cyanophyceen. Botanische Zeitung 1893. Nr. 15. (Erwiderung auf Hieronymus.)

Zettnow, E., Ueber den Bau der Bacterien. Cbl. f. Bacter. Bd. X. 1891. p. 690—94. Tf. I.

Zukal, H., Ueber den Zellinhalt der Schizophyten. Sitzungsber der k. Akad. d. Wissensch. Wien. M. n. Cl. Bd. 101. 1892. Abth. I. p. 301—26. 1 Tf.

Tafelerklärung.

Die auf Tafel I—II vereinigten Mikrophotographien sind sämmtlich von mir selbst mit einem kleinem aufrechten Apparate und Zirkonlichtbeleuchtung aufgenommen worden. Retusche wurde überall vermieden.

Die characteristischen Unterschiede der tingirten Präparate, insbesondere die sich scharf abhebenden rothen Körnchen des Centralkörpers, die in den photographirten Exemplaren häufig sehr deutlich waren, treten in den Photographien leider nicht scharf hervor. Auch die blaue Centralkörpermasse selbst ist auf den Photographien in der Regel nicht so bestimmt von der Rindenschicht differenzirt, wie auf den Präparaten, obgleich bei der Herstellung der Photographien ein schwach gelbes Lichtfilter verwendet wurde.

Leider aber und dies ist am meisten zu beklagen, entspricht die Reproduction der Originalphotographien im Lichtdruck nicht den nach früheren Leistungen der Anstalt gehegten Erwartungen. — Auf den mir vorgelegten Probedrucken ist noch vieles herausgekommen und deutlich, was auf den späteren Drucken nur verschwommen erscheint. Trotz alledem hoffe ich, dass die Tafeln zeigen werden, dass ich das, was 1890 und jetzt wieder beschrieben wurde, wirklich so gesehen habe.

Tafel I.

Figg. 1 - 5. *Chromatium okenii* (Ehbg.).

Fig. 1. Kleines Exemplar. Präparation: Pikrinschwefelsäure mit etwas Osmiumsäure, Delaf. Haematoxylin, Damar. Das Exemplar lag etwas schief zur Bildebene, wesshalb der untere Pol nicht mehr deutlich erscheint. Die Hülle ziemlich weit abgehoben, sehr zart angedeutet. Optischer Längsschnitt durch den Weichkörper, der am oberen Pol sehr schön die radiärwabige Rindenschicht von dem Centralkörper (nur schwach gefärbt) abgegrenzt zeigt. Obj. 2. Z. Oc. 18. Vergr. 3150.

Fig. 2. Exemplar im Beginn der Theilung. Präparat.: Osmiumsäure, saurer Karmin, Damar. Der Centralkörper nur sehr schwach gefärbt, dagegen die Structuren sehr schön, wenn auch bei weitem nicht so schön, wie ursprünglich 1890, da in dem Damar Tropfen aufgetreten sind, welche Veränderung jedenfalls auch die Güte des Präparates etwas beeinträchtigt hat. Optischer Längsschnitt. Rindenschicht und Centralkörper sehr gut hervortretend; letzterer etwas längsfaserig-wabig. Obj. 2. Oc. 18. Vergr. 3150.

Fig. 3. Weiter fortgeschrittener Theilungszustand. Präparat.: Pikrinschwefelsäure, Delaf. Haematoxylin, Damar. Optischer Längsschnitt. — Structuren gut; die Rindenschicht namentlich am unteren Rand recht deutlich. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 4. Kleines Exemplar. Präparat.: Pikrinschwefelsäure, Delaf. Haematoxylin, Damar. — Die zarte Hülle unregelmässig faltig abgehoben. Optischer Längsschnitt. Centralkörper und Rindenschicht sehr deutlich. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 5. Optischer Querschnitt durch ein Exemplar; etwas schief. Präparat.: Pikrinschwefelsäure, Delaf. Haematoxylin, Damar. Rindenschicht, Centralkörper und rothe Körner sind deutlich zu sehen, ebenso die Structur der beiden ersteren. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Figg. 6—8. *Ophidomonas jenensis* Ehbg.

Fig. 6. Mittlerer Theil eines Exemplars im optischen Längsschnitt. — Präparat.: Jodalkohol, Delaf. Haematoxylin, Damar. Färbung und Structuren gut. Rindenschicht und Centralkörper sind leider nur in der mittleren Region eine kurze Strecke gut zu unterscheiden, da die schraubenförmige Krümmung der Ophidomonas nur eine kleine Strecke ganz scharf einzustellen erlaubt. Einige ansehnliche rothe Körner vorhanden. Obj. 2. Oc. 18. Vergr. 3150.

Fig. 7. Zwei Exemplare. Präparat.: Osmiumdämpfe, saurer Karmin, Damar. Das eine der Exemplare ziemlich gut im optischen Längsschnitt; zeigt Rindenschicht und Centralkörper, sowie die Structuren ganz gut. Rothe Körner ziemlich reichlich. Das zweite Exemplar schief aufsteigend, so dass optischer Querschnitt, auf den eingestellt wurde, zu sehen. Derselbe zeigt den dunkeln Centralkörper und die helle radiär-wabige Rindenschicht. Letztere tritt nur links und oben deutlich hervor, da das Bild rechts durch den hellen Interferenzhof des anderen Exemplars gestört wird. Leider ist diese Photographie in der Reproduction mangelhafter ausgefallen, wie die meisten übrigen. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 8. Kleines Exemplar. Präparat.: Alkohol, saures Delaf. Haematoxylin, Damar. Optischer Längsschnitt. Einstellung etwas tief. Rindenschicht und Centralkörper sehr deutlich; letzterer mit zahlreichen rothen Körnern. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Figg. 9—14. *Bacterium lineola* (Ehbg.) Cohn. Präparat.: Trockenpräparat. Färbung, Delf. Haematoxylin, Damar. Rothe Körnchen hie und da gefärbt. — Einstellung tief. Der Centralkörper und die Rindenschicht sind deutlich zu unterscheiden, auch die Structur des ersteren mässig gut; dagegen die der Rindenschicht kaum. Obj. 2. Oc. 18. Vergr. 3150.

Fig. 10. Präparat.: Jodalkohol, saures Delaf. Haematoxylin, Damar. — In Theilung begriffenes Exemplar. Optischer Längsschnitt. Einstellung tief. Centralkörper und Rindenschicht, sowie ihre Structuren deutlich. Obj. 2. Oc. 18. Vergr. 3150.

Fig. 11. Präparat.: Jodalkohol, saures Haematoxylin, Damar. Centralkörper und Rindenschicht, sowie Structuren gut. Obj. 2. Oc. 18. Vergr. 3150.

Fig. 12. In Theilung begriffenes Exemplar. Präparat.: Trockenpräparat, Gentianaviolett (doch war der Centralkörper dieses Exemplars nicht gefärbt). Centralkörper, Rindenschicht und Structur gut. Obj. 2. Oc. 18. Vergr. 3150.

Fig. 13 und 14. Präparat.: Jodalkohol, saures Haematoxylin, Damar. Optische Querschnitte durch zwei Exemplare. Rindenschicht und Centralkörper sehr deutlich, die Structuren nur mässig. Der in diesen Präparaten sehr schwach gefärbte Centralkörper erscheint auf dem optischen Querschnitt viel dunkler, da er in dieser Ansicht natürlich viel dicker ist, wie in der Längsansicht. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 15. Sehr kleiner kugliger Organismus, der in gewissen Präparaten mit *Chromatium okenii* und *vinosum* recht häufig und wahrscheinlich auch ein Schwefelbacterium ist (cfr. *Thiopolycoccus ruber* Winogr. 1887). Findet sich gewöhnlich in mehr oder minder zahlreichen, durch Theilung entstandenen Exemplaren, zu Häufchen vereinigt. Hier vier Exemplare und rechts oben ein Exemplar von *Chromatium vinosum*. Im Centrum des Organismus ein durch Haematoxylin röthlich gefärbter Centralkörper und darum die ungemein deutliche radiärwabige Rindenschicht. Auch in dem *Chromatium vinosum* ist der stärker gefärbte Centralkörper etwas sichtbar. Die Klarheit der Structur macht diesen Organismus besonders interessant. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 16. Aehnlicher jedoch grösserer Organismus, in Präparaten mit *Beggiatoa alba* (cfr. *Thiocystis violacea* Winogr. 1887). Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Der Bau ist ganz ähnlich dem Organismus von Fig. 15, doch der röthlich gefärbte Centralkörper grösser und mehrwabig. Obj. 2. Oc. 18. Vergr. 3150.

Fig. 17. *Crenothrix* sp. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Kleines Stück eines Fadens mit langgestreckten Zellen. Centralkörper und Rindenschicht deutlich. Structur wenig deutlich. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 18. *Crenothrix* sp. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Stück eines Fadens mit einer in Theilung begriffenen Zelle. Schwach gefärbt. Centralkörper und Rindenschicht deutlich, ebenso ihre Structur. Der Bau etwa ganz wie bei Bact. lineola. Obj. 2. Oc. 18. Vergr. 3150.

Figg. 19—21. *Spirillum undula* Ehb. (vergl. oben p. 54).

Fig. 19. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Sehr stark gefärbt, rothe Körnchen gut, aber bei der etwas tiefen Einstellung auf der Photographie wenig hervortretend. Geisseln nicht. Wabenbau vortrefflich und ganz einreihig. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 20. Präparat.: Jodalkohol, saures Haematoxylin, Damar. Geisseln nicht, rothe Körner nicht. Wabenstructur deutlich, z. Th. mehrreihig, wenn auch blass, auf der Originalphotographie recht deutlich. Obj. 2. Oc. 18. Vergr. 3150.

Fig. 21. Ein ähnliches Spirillum. Präparat.: Trockenpräparat, Haematoxylin stark gefärbt, Damar. Hohe Einstellung, falsches Bild. Der dunkle, scheinbare Centralkörper entsteht dadurch, dass die Wabenräume bei dieser Einstellung dunkel werden; die scheinbare Rindenschicht geht aus der Membran hervor, die bei dieser Einstellung hell wird und von dunklem Saum begrenzt erscheint. Obj. 2. Oc. 18. Vergr. 3150.

Tafel II.

Fig. 22. *Spirillum undula* Ehb. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Färbung intensiv. Optischer Längsschnitt. Tiefe Einstellung. Zahlreiche rothe Körner, Geisseln vorhanden, jedoch nur schwach angedeutet. Wabenstructur wenig deutlich, dagegen helle Polenden hervortretend. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 23. Im Leben schwach rothbraun gefärbtes *Spirillum*, das schon im lebenden Zustand die Wabenstructur deutlich erkennen liess. Präparat.: Jodalkohol, saures Haematoxylin, Damar. Kleines Exemplar mit sehr deutlich einreihiger Wabenstructur. Rothe Körner und Geisseln nicht sichtbar oder vorhanden. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 24. Feines *Spirillum* (ob tenue?) aus einem Präparat mit *Chromatium okenii*. Präparat.: Pikrinschwefelsäure, Delaf. Haematoxylin, Damar. Weder Geisseln noch rothe

Körner sichtbar oder vorhanden; dagegen die einreihige Wabenstructur sehr klar und deutlich. Einstellung tief. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 25—26. Kleines *Bacterium* aus Sumpfwasser. Präparat mit *Chromatium okenii* (dasselbe Bacterium wie Fig. 9 meiner Abhandlung von 1890. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Wabenstructur gut sichtbar und auch rothe Körnchen; Geisseln dagegen nicht.

Fig. 26. Bei tiefer Einstellung, wo die Waben hell erscheinen, ihre Scheidewände und die rothen Körner (die jedoch bei dieser Einstellung wenig deutlich sind) dunkel.

Fig. 27. Bei hoher falscher Einstellung, bei der jede der schwächer lichtbrechenden Waben in einen dunklen Punct übergeht, dagegen die Scheidewände und die äussere Hülle der Bacterien hell erscheinen. Obj. 2. Oc. 18. Vergr. 3150.

Fig. 27—28. Bacterium aus Sumpfwasser (s. die Abhandl. v. 1890. Fig. 4).

Fig. 27. Präparat.: Trockenpräparat, Gentianaviolett. Ein in Theilung begriffenes Exemplar mit dem wabig structurirten centralkörperartigen Theil in jeder der Theilhälften; die Photographie ist nur mässig gelungen. Obj. 2. Oc. 18. Vergr. 3150.

Fig. 28. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Ein in der Theilung weiter fortgeschrittenes Exemplar. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 29. *Spirochaete serpens* Ehbg. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Theil eines langen Fadens bei tiefer Einstellung. Der blaue fadenartige Centralkörper ist sehr deutlich zu sehen und ebenso die wabige Rindenschicht, welche den Centralfaden schraubig umzieht. Die helleren runden, dunkel umrandeten Gebilde in der Rindenschicht sind rothe Körner, die bei tiefer Einstellung hell erscheinen, bei hoher dagegen dunkel und die daher wahrscheinlich hohl sind. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 30. Ziemlich feine *Oscillarie* aus Süsswasser. Präparat.: Alkohol, Osmiumsäure, Delaf. Haematoxylin, Damar. Ende eines Fadens mit sehr distinct gefärbten Centralkörpern und deutlicher Wabenstructur der Rindenschicht. Optischer Längsschnitt. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 31. *Oscillarie* aus Süsswasser. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Einige Zellen aus dem mittleren Theil des Fadens mit sehr schön und distinct gefärbten Centralkörpern, die rothe Körner in bedeutender Menge enthalten. Die Rindenschicht ist bei diesem Faden relativ dick und ihre Structur wenigstens soweit angedeutet, dass man mehrere Wabenreihen in der Dickenrichtung erkennt. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 32. Dieselbe *Oscillarie* wie Fig. 30. Präparat.: Alkohol, Osmiumsäure, Haematoxylin, Damar; Centralkörper deutlich, doch relativ schwach gefärbt. Structur der einwabigen Rindenschicht mässig deutlich. Optischer Längsschnitt. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 33. *Oscillarie* aus Seewasser (Kiel). Präparat.: Jodalkohol, Delaf. Haematoxylin, Damar. Centralkörper sehr distinct gefärbt; rothe Körner nicht deutlich. Wabenstructur der Rindenschicht mässig deutlich. — Obj. 2. Oc. 8. Vergr. 1730.

Fig. 34. *Oscillarie* aus Seewasser (Kiel). Präparat.: Alkohol, hierauf Pepsinverdauung, Haematoxylin, Damar. — Die Centralkörper sehr scharf und deutlich in den einzelnen Zellen zu sehen. Die Rindenschicht ist nicht völlig verdaut, da noch Spuren ihrer Structur zu erkennen sind. Optischer Längsschnitt. Obj. 2. Oc. 8. Vergr. 1730.

Fig. 35. Dieselbe *Oscillarie* wie Figg. 30 und 32 aus Süsswasser. Präparat.: Alkohol, Pepsinverdauung, Haematoxylin, Damar. Die Centralkörper, die meist in Theilung

begriffen sind, gut erhalten, dagegen von der Rindenschicht nichts mehr zu sehen. Optischer Längsschnitt. Obj. 2. Oc. 8. Vergr. 1730.

Fig. 36. Breite *Oscillarie* aus Seewasser (Kiel). Präparat.: Alkohol, Osmiumsäure, Haematoxylin, Damar. Isolirte Zelle in der Ansicht auf die Breitfläche. Der in seinem Umriss etwas unregelmässige Centralkörper deutlich zu sehen, ebenso seine wabige Structur und die der fast durchaus einwabigen Rindenschicht. Optischer Querschnitt. Obj. 2. Oc. 8. Vergr. 1730.

Fig. 37. *Nostocaceenfaden* aus Süsswasser (s. die Abhandlung von 1890 Fig. 18). Präparat.: Alkohol, Delaf. Haematoxylin, Damar. Die mässig röthlich gefärbten Centralkörper sind ziemlich deutlich zu sehen; die rothen Körner dagegen nicht. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 38. *Spirulina*-artiger Faden aus Süsswasser mit *Beggiatoa alba*. Die Bestimmung ist nicht sicher möglich, da die Form nicht lebend, sondern nur in dem Präparat gesehen wurde. Präparat.: Alkohol, Delaf. Haematoxylin, Damar. Die schön wabige Rindenschicht und der blaue Centralkörper sind in dem Präparat sehr deutlich, doch tritt auf der Photographie der Unterschied zwischen Centralkörper und Rindenschicht wenig deutlich hervor. Centralkörper mit zahlreichen rothen Körnern (s. die Fig. 2 auf Tf. V). Optischer Längsschnitt. Obj. 2. Oc. 8. Vergr. 1730.

Fig. 39. Schmaler *Beggiatoenfaden* aus Seewasser (Kiel). Präparat.: Alkohol, Haematoxylin, Damar. Centralkörper sehr distinct gefärbt, dagegen die Wabenstructur wenig deutlich. Structur der Rindenschicht deutlicher. Optischer Längsschnitt. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 40. *Beggiatoa media* Winogr. aus Süsswasser. Präparat: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Centralkörper gut gefärbt; in der mittleren Zelle noch in Theilung. Structur der Rindenschicht deutlich. Optischer Längsschnitt. Obj. 2. Oc. 12. Vergr. 2560.

Fig. 41. Schmale *Beggiatoa* aus Seewasser (Kiel). Präparat: Alkohol, Haematoxylin, Damar. Kleine Strecke eines Fadens mit sehr distinct gefärbtem Centralkörper, der sich anscheinend fadenförmig durch mehrere Zellen hindurch erstreckt. Wabenstructur der Rindenschicht sehr deutlich. Optischer Längsschnitt. (Aehnliche Stelle siehe in Fig. 9 auf Tf. V.) Obj. 2. Oc. 8. Vergr. 1730.

Tafel III—V.

Bedeutung der Buchstabenbezeichnung:

ck. Centralkörper.
h. Hülle.
pl. Rindenschicht oder Plasma.
r. Rothe Körner.
s. Schwefelkörner.

Die auf Taf. III—V wiedergegebenen Figuren wurden nach ohne Zeichenapparat entworfenen Skizzen gezeichnet, wesshalb ich keine ganz genauen Vergrösserungsangaben machen kann. Aus der Vergleichung mit den thatsächlichen Massen der dargestellten Formen sowohl, als den beiden photographischen Tafeln ergibt sich, dass die Vergrösserung durchschnittlich 3000—4000 beträgt.

Figg. 1—9. *Chromatium okenii* (Ehb.)

Fig. 1. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Optischer Längsschnitt. Centralkörper sehr distinct gefärbt, ebenso die rothen Körner. Die Structuren dagegen undeutlich. Einige rothe Körner in der Rindenschicht, die meisten dagegen in dem Centralkörper. Hülle an beiden Polen etwas abgehoben.

Fig. 2. Dasselbe Präparat wie Fig. 1. Centralkörper relativ sehr klein. Rindenschicht daher dick und an den Polen deutlich mehrwabig. Optischer Längsschnitt.

Fig. 3. Präparat.: Pikrinschwefelsäure, Haematoxylin, Damar. In Theilung begriffenes Exemplar, dessen Hülle allseitig abgehoben, nur an der Theilungsebene blieb sie befestigt. Structur des Centralkörpers und der Rindenschicht sehr klar. Optischer Längsschnitt.

Fig. 4. Durch starkes Pressen völlig entleerte Hülle mit der die Geissel in Verbindung geblieben ist. Die Hülle zeigte deutlich eine blasse Netzzeichnung, wenn auch nur auf einem Theil ihres Umfangs.

Fig. 5. Fast schwefelfreies Exemplar, aus welchem der Inhalt durch starkes Pressen herausgetrieben wurde. An demselben ist die farblose feinwabige Centralkörpermasse, in der sich einige kleine Schwefelkörnchen finden und die rothe gröberwabige Masse der Rindenschicht zu unterscheiden. Das rothe Pigment findet sich sehr feinkörnig in den Wabenwänden.

Figg. 6—7. Präparat.: Osmiumsäure, saures Karmin, Damar. Färbung sehr schwach. Structuren des Centralkörpers und der Rindenschicht sehr gut. Der erstere ist mehr oder weniger faserig-wabig (vergl. Tf. 1, Fig. 2). Optische Längsschnitte.

Fig. 8. Präparat.: Pikrinschwefelsäure, Delaf. Haematoxylin, Damar. Optischer Querschnitt eines Exemplars (vergl. Fig. 3, Tf. 1).

Fig. 9. Exemplar, das frisch in künstlichen Magensaft gebracht wurde und dort 36 h. bei 18° C. verweilte. Das Pigment ist in ziegelrothen Fäden aus der Hülle hervorgedrungen.

Figg. 10—11. *Ophidomonas jenensis* Ehb.

Fig. 10. Präparat.: Jodalkohol, Delaf. Haematoxylin, Damar. Kleines Stück aus der Mitte eines Individuums. Centralkörper deutlich gefärbt und seine Structur wie die der Rindenschicht gut. Ein rothes Körnchen sichtbar. Optischer Längsschnitt (vergl. Fig. 6—7, Tf. 1).

Fig. 11. Osmiumsäuredampf, Wasser. — Ende eines Exemplars mit der Basis der drei Geisseln. An den Polen zeigt sich gewöhnlich eine helle Stelle zwischen Hülle oder Inhalt. Optischer Längsschnitt.

Fig. 12. *Chromatium okenii* (Ehb). Herausgepresste Centralkörpermasse, die sehr schön wabig und einige kleinere Schwefelkörner enthält. Letztere den Wabenwänden eingebettet.

Figg. 13—15. *Bacterium lineola* (Ehb.) Cohn.

Fig. 13. Präparat.: Osmiumdämpfe, darauf 5% Sodalösung. — Centralkörper und Rindenschicht deutlich zu unterscheiden und die Structuren mässig gut zu sehen. Optischer Längsschnitt.

Fig. 14. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Exemplar, das an einer Längsseite geplatzt ist, wobei hauptsächlich der stärker gefärbte Centralkörper hervordrang. Zwischen der Hülle und der Rindenschicht hat sich daher an dem einen Pol ein deutlicher Zwischenraum gebildet. Optischer Längsschnitt.

Fig. 15. Lebendes ruhendes Exemplar. Der Centralkörper und seine Structur sind deutlich erkennbar. Optischer Längsschnitt

Fig. 16—22. *Spirillum undula* Ehb. (Vergl. über die Bestimmung dieser Form auch die Angaben im Text p. 54.)

Fig. 16. Osmiumdämpfe. — Geisseln gut; rothe Körnchen deutlich; an jedem der Pole unter der Hülle eine helle Stelle.

Figg. 17—22. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar.

Fig. 17. Structur und rothe Körner gut; der Inhalt am oberen Pol deutlich etwas von der Hülle zurückgezogen und der stärker gefärbte Centralkörper endet ein Stück vor diesem retrahirten Ende.

Fig. 18. In Theilung begriffenes Exemplar mit deutlichen hellen Enden an der späteren Theilungsstelle. Der Inhalt an beiden Polen etwas von der Hülle zurückgezogen; dennoch die helleren Enden gut sichtbar.

Fig. 19. Exemplar, dessen Theilung nahezu vollendet.

Fig. 20. Structur deutlich, nur einreihig wabig, helle Enden nicht deutlich.

Fig. 21. Aehnlich structurirtes Exemplar mit deutlichen hellen Enden.

Fig. 22. Schön structurirtes kleines Exemplar mit deutlicher Geissel. Nicht ganz sicher, ob zu Spirillum undula gehörig.

Fig. 23. Kleine *Bacterien* in einer Zoogloea massenhaft eingebettet. Sumpfwasser. Präparat.: Alkohol, Haematoxylin, Damar. Rechts oben ein Exemplar im optischen Querschnitt, die übrigen im Längsschnitt (Fig. 9 der Abh. v. 1890).

Fig 24. Kleine *Bacterien*, die gewöhnlich reihenweise angeordnet sind. Sumpfwasser. Alkohol, Haematoxylin, Damar (vergl. Fig. 25—26, Tf. 2; Fig. 9, der Abh. v. 1890).

Tafel IV.

Fig. 1—2. Dicke braungrüne *Oscillarie* aus Süsswasser (Fig. 17, der Abh. von 1890).

Fig. 1. Chromosmiumessigsäure, Wasser. Oberflächliche Structur der Rindenschicht.

Fig. 2. Theil eines Fadens, der mit $^1/_2$ verdünnter englischer Schwefelsäure behandelt wurde. Der Faden stark aufgequollen, der Centralkörper dagegen relativ geschrumpft und durch den aufgelösten Farbstoff violettblau gefärbt. Die Structur des Centralkörpers wenig deutlich. Die Rindenschicht gelbbraun und ihre Structur recht deutlich. Die beiden linken Zellen im optischen Längsschnitt; in der in Theilung begriffenen rechten dagegen die Oberflächenstructur der Rindenschicht eingezeichnet.

Fig. 3. *Oscillarie* aus Süsswasser (dieselbe wie Tf. 2, Fig. 30 und 32). Alkohol, darauf wässerige Jodlösung. — Man sieht den Inhalt der Zellen einerseits von der Membran zurückgezogen und Centralkörper nebst Rindenschicht deutlich. Optischer Längsschnitt.

Fig. 4. Dieselbe *Oscillarie* wie Fig. 1—2 frisch. Eine wahrscheinlich durch Druck isolirte, frische Zelle, die von der Breitfläche zu sehen ist und den Centralkörper, sowie die Rindenschicht deutlich erkennen lässt. Die Rindenschicht hier, soweit feststellbar, nur einwabig.

Figg. 5—6. *Oscillarie*, die sich reichlich in Schnitten eines marinen Schwammes (Spongelia pallescens) vorfindet. Alaunkarmin, Canada. — Präparat von Dr. Jickeli.

Fig. 5. Drei Zellen im optischen Längsschnitt.

Fig 6. Querschnitt eines Fadens. Structur des Centralkörpers mangelhaft, dagegen die der Rindenschicht gut.

Fig. 7—8. *Oscillarie* aus Süsswasser (derselbe Faden wie Fig. 31, Tf. II). Alkohol, Haematoxylin, Damar. Färbung des Centralkörpers und der rothen Körner besonders schön, die Rindenschicht ganz ungefärbt.

Fig. 7. Stelle aus dem breiten Theil des Fadens, wo die Rindenschicht verhältnissmässig sehr dick ist. Hier einige wenige rothe Körnchen in ihr zerstreut. Structur des Centralkörpers undeutlich; die der Rindenschicht wenig deutlich, radiärfaserig-wabig.

Fig. 8. Ein Ende dieses Fadens. Hier die Centralkörper relativ viel grösser und ihre Structur, sowie die der Rindenschicht recht deutlich. — Beide Figuren optische Längsschnitte.

Fig. 9. *Oscillarie* aus Seewasser (Kiel), ziemlich grosse Form. Eine einzelne, durch Zerfall isolirte Zelle von der Breitseite. Rindenschicht relativ sehr dick und Centralkörper klein. Optischer Durchschnitt.

Fig. 10. *Oscillarie* aus Süsswasser. In kochendem Wasser getödtet und darauf 48 h in künstlichem Magensaft verdaut. Der Farbstoff (pi) ist in Gestalt fädiger Gebilde hervorgedrungen, die sich zwischen der nicht völlig verdauten Rindenschicht und der Zellmembran finden.

Figg. 11—12. Der auf Tf. 1 Fig. 16 photographirte Organismus aus Süsswasser. Die Fig. 11 ist die vor der Photographie entworfene Zeichnung des in Fig. 16 Tf. I photographirten Exemplars und beweist, dass sich Zeichnung und Photographie in allen wesentlichen Verhältnissen decken.

Fig. 12. Ein anderes, jedenfalls in Theilung begriffenes Exemplar desselben Organismus.

Fig. 13. *Crenothrix.* Trockenpräparat, Haematoxylin, starke Färbung, Damar. Zelle desselben Fadens wie Fig. 17, Tf. I. Der Centralkörper stark violettroth gefärbt und seine Structur, sowie die der Rindenschicht ziemlich deutlich.

Figg. 14—16. Bacterien aus Heuinfusion. Präparat.: Jodalkohol, saures Haematoxylin, Damar. Fadenartiger Centralkörper mit Andeutung von Structuren und einigen rothen Körnchen deutlich.

Fig. 17. *Bacterium* aus Sumpfwasser; Alkohol, Haematoxylin, Damar (dasselbe wie Fig. 8 aus Abhandl. v. 1890.)

Fig. 18. *Bacterium* aus Sumpfwasser (dasselbe wie Fig. 5 der Abh. von 1890). Trockenpräparat, Gentianaviolett. Zeigt deutlich den Gegensatz zwischen dem blauen Centralkörper und den röthlich gefärbten Enden.

Fig. 19. Dieselbe *Nostocacee* wie Fig. 37 auf Tf. II. Lebend. Der farblose Centralkörper in der blaugrün gefärbten Rindenschicht sehr schön sichtbar, ebenso die Körner an den Querscheidewänden, welche sich bei dieser Form mit Haematoxylin roth färben.

Fig. 20. Zwei Zellen eines feinen *Nostocaceenfadens* aus Süsswasser. Lebend nicht gesehen. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Sämmtliche Zellen in Theilung begriffen, wobei die jungen Scheidewände sich ähnlich intensiv färben, wie bei Chromatinm okenii. Centralkörper deutlich.

Tafel V.

Fig. 1. Ein in mancher Beziehung der Fig. 20 Tf. IV ähnlicher Nostocaceenfaden aus Süsswasser. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Centralkörper und seine Wabenstructur recht deutlich. Die Querscheidewände dunkler gefärbt.

Fig. 2. Derselbe *Spirulina-artige Organismus* wie Fig. 38 auf Tf. II. Süsswasser. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Der fadenartige, deutlich blau gefärbte Centralkörper mit zahlreichen rothen Körnern sehr deutlich; ebenso die Structur der Rindenschicht. Derartige Fäden mit bis 29 und mehr Windungen gesehen.

Fig. 3. *Beggiatoe* aus Seewasser (Kiel). Theil eines Fadens. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Der Inhalt der Zellen hat sich z. Th. deutlich von der Zellmembran zurückgezogen und zeigt gleichzeitig den stark gefärbten Centralkörper und die ungefärbte Rindenschicht.

Fig. 4. *Beggiatoa media* Winogr. aus Süsswasser. Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Faden mit sehr intensiv gefärbten und kleineren, scharf umschriebenen Centralkörpern, von denen einige in Theilung begriffen. — Rindenschicht relativ dick und ziemlich deutlich structurirt.

Fig. 5. *Beggiatoa media* Winogr. aus Süsswasser. Präparat.: Jodalkohol, saures Haematoxylin, Damar. Mit sehr deutlichen, distinct gefärbten, grösseren Central-

körpern und schön structurirter Rindenschicht (derselbe Faden wie Fig. 19 der Abhandl. von 1890, vergl. auch Tf. II, Fig. 40).

Fig. 6. *Beggiatoc* aus Seewasser (Kiel). Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Zelle mit ansehnlichem grobwabigem Centralkörper und eingelagerten rothen Körnchen. Die groben Waben können z. Th. von aufgelösten Schwefelkörnern herrühren. Rindenschicht und ihre Structur sehr deutlich.

Figg. 7a—b. *Beggiatoa alba* aus Süsswasser. Präparat: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Zelle mit ansehnlichem Centralkörper. 7a ein optischer Längsschnitt, der im Centralkörper einen weiten Hohlraum zeigt und 7b bei Einstellung auf die Oberfläche des Centralkörpers, die deutlich wabig ist.

Fig. 8. *Beggiatoe* aus Seewasser (Kiel). Verhältnissmässig schmaler Faden mit verschieden grossen, sehr distincten Centralkörpern. Zwei derselben in Theilung. Rindenschicht deutlich structurirt.

Fig. 9. *Beggiatoe* aus Seewasser (Kiel). Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Derselbe Faden wie Fig. 41, Tf. II. Centralkörper fadenförmig und anscheinend durch mehrere Zellen zusammenhängend. Rindenschicht schön structurirt; erwies sich auf der Photographie feinwabiger, wie auf der Zeichnung angegeben ist. Optischer Längsschnitt.

Fig. 10. *Beggiatoe* aus Seewasser (Kiel). Präparat.: Alkohol, saures Haematoxylin, Damar. Centralkörper mässig gross bis klein; z. Th. in Theilung. Rindenschicht sehr deutlich structurirt. Optischer Längsschnitt.

Druck der Königl. Universitäts-Druckerei von H. Stürtz in Würzburg.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

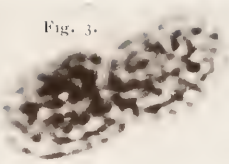


Fig. 4.

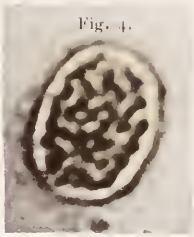


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

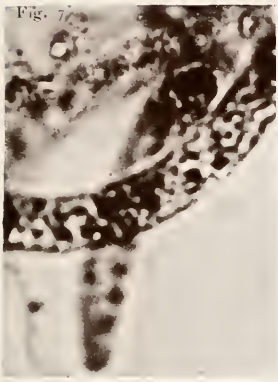


Fig. 8.

Fig. 9.

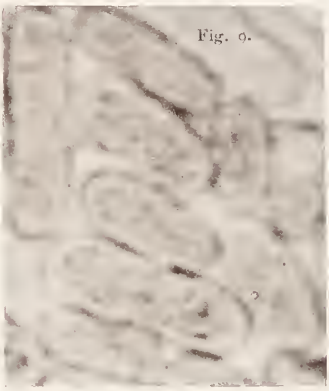


Fig. 10.

Fig. 11.

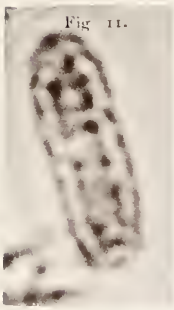


Fig. 12.

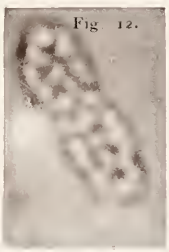


Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

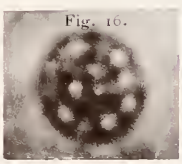


Fig. 19.

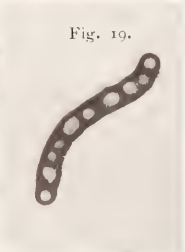


Fig. 18.

Fig. 17.

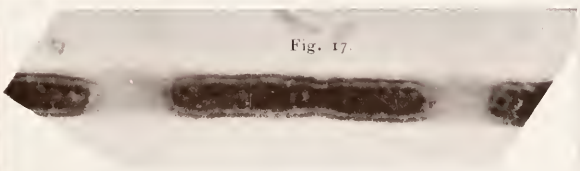


Fig. 21.

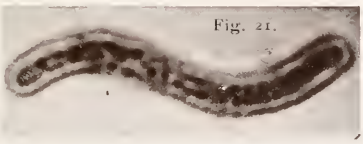
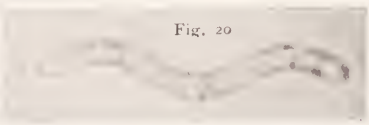


Fig. 20



Lichtdruck v. Julius Klinkhardt, Leipzig.

Fig. 22.

Fig. 25.

Fig. 26.

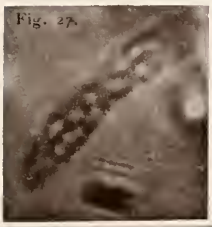


Fig. 27.

Fig. 30.

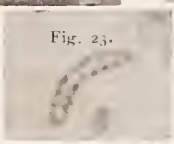


Fig. 23.

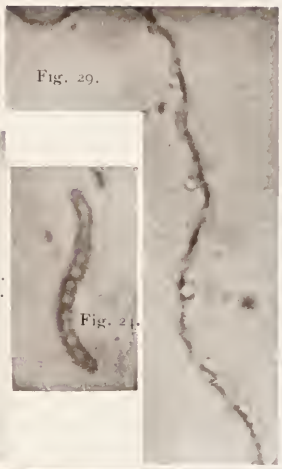


Fig. 29.

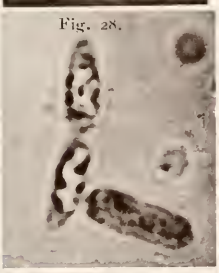


Fig. 28.

Fig. 32.

Fig. 24.

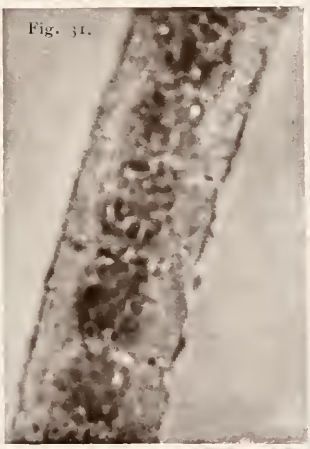


Fig. 31.

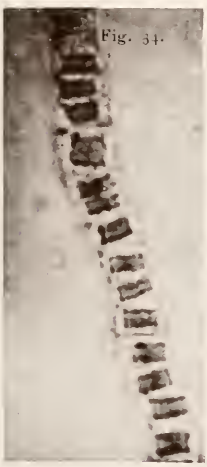


Fig. 34.

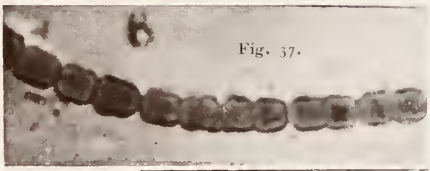


Fig. 37.

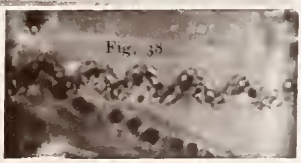


Fig. 38.

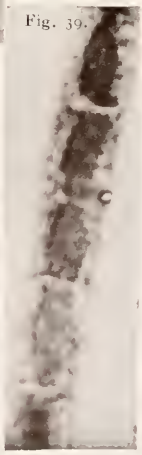


Fig. 39.

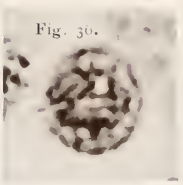
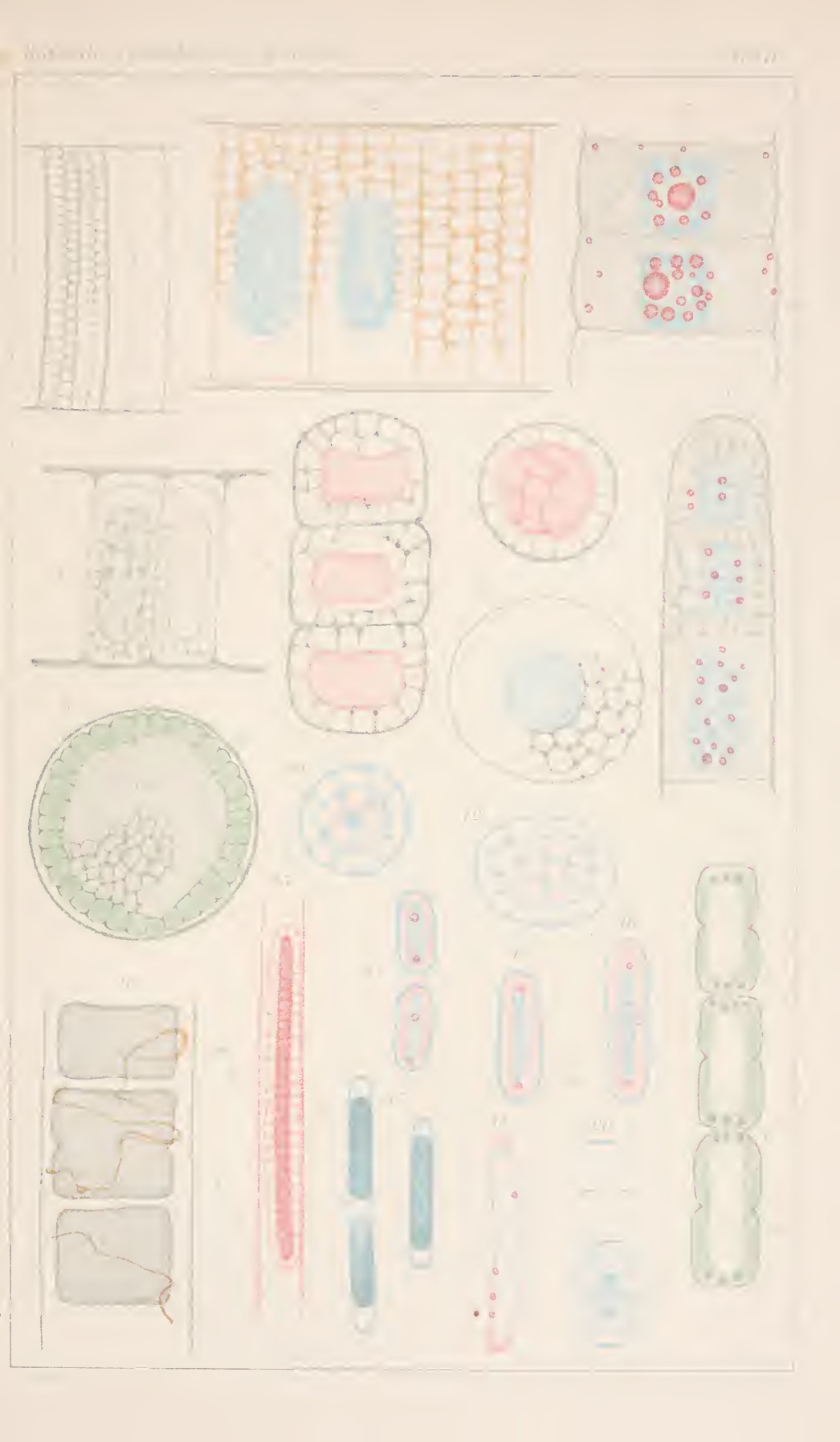
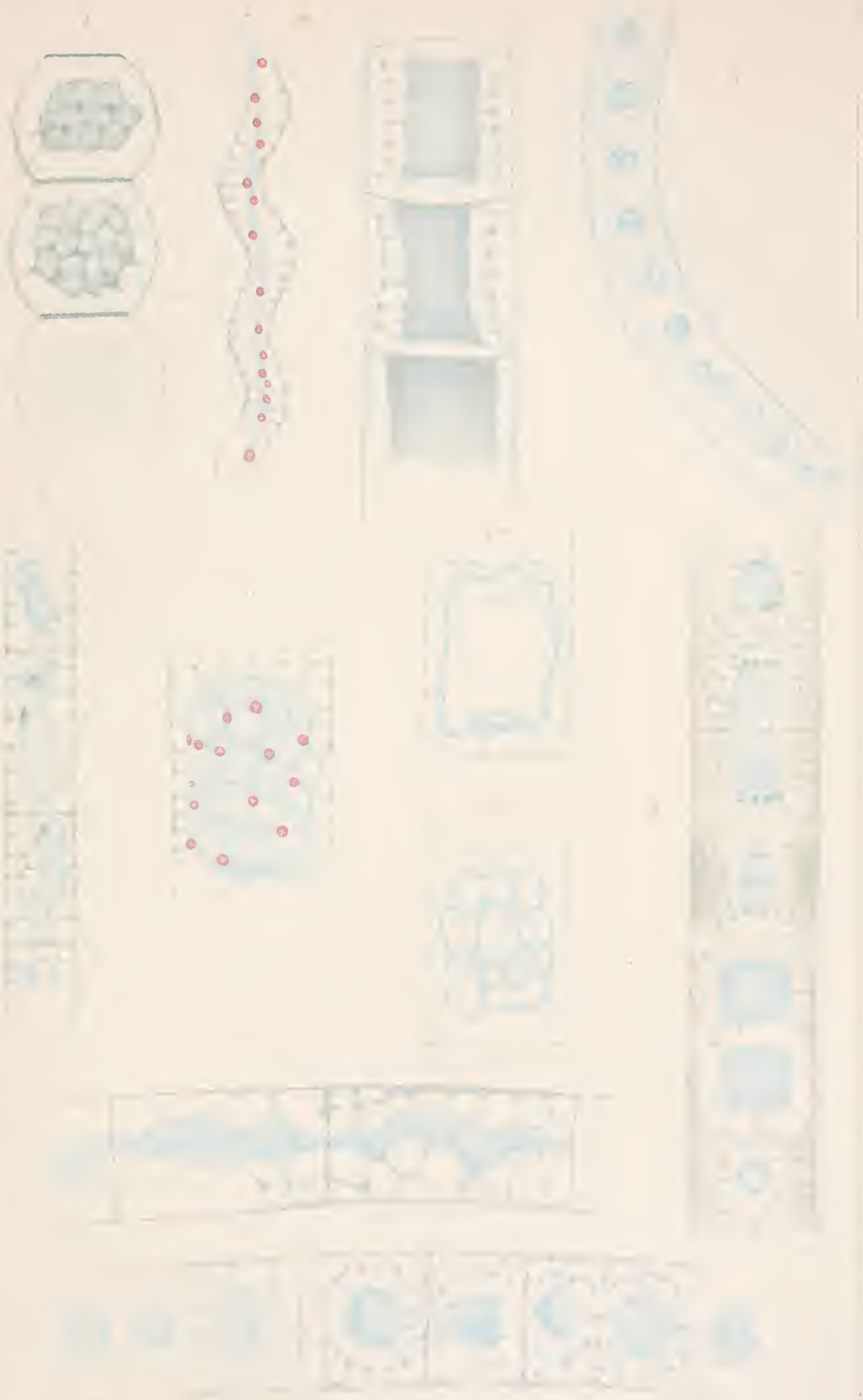


Fig. 36.

Fig. 33.

Fig. 35.

Fig. 40.

Fig. 41.

Lichtdruck v. Julius Klinkhardt, Leipzig